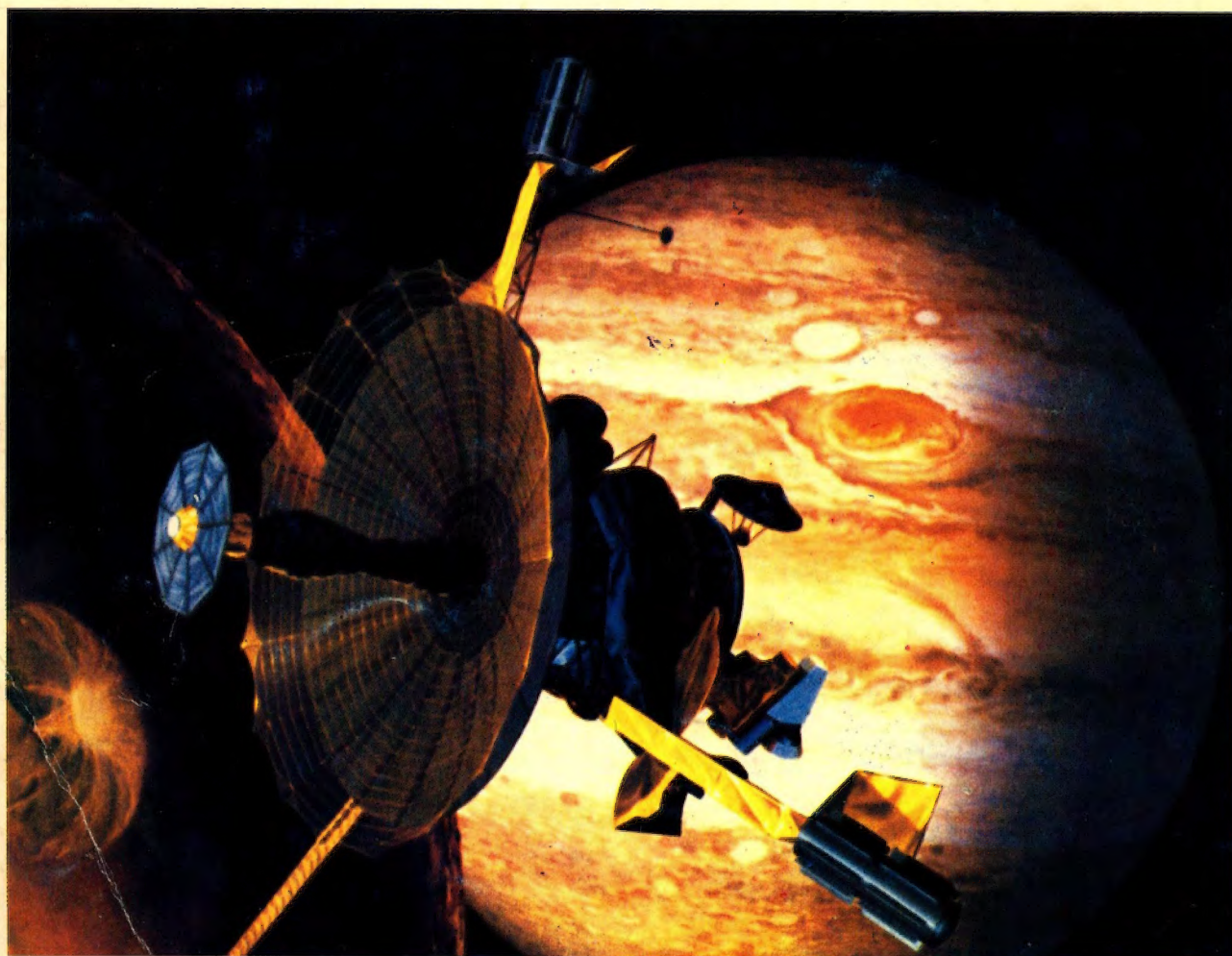




اطلس منظومه خورشیدی

نوشته: پاتریک مور-گری هانت



طرح و تهیه از: "گیتاشناسی"

برگردان و ویرایش از
مهندس عباس جعفری

**اطلس
منظومه خورشیدی**

**THE ATLAS OF THE
SOLAR SYSTEM**





اطلس

منظومه

خورشیدی

Patrick Moore

&

Garry Hunt

برگردان و ویرایش از

مهندس عباس جعفری

طرح و تهیه، کارتوگرافی، لیتوگرافی و چاپ از :

“گیتاشناسی”



طرح، تهیه، لیتوگرافی و چاپ از:
سازمان جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی

تهران: خیابان انقلاب اسلامی، چهارراه ولی عصر، جنب پارک دانشجو،
خیابان رازی، خیابان استاد شهریار، شماره ۱۵، کد پستی: ۱۱۳۳۷
صندوق پستی: ۳۴۴۱-۱۴۱۵۵ تلفن: ۶۴۵۳۶۰۳ فاکس: ۶۷۵۷۸۲-۰۲۱

- اطلس منظومه خورشیدی
- نوشته پاتریک مور - گری هانت
- برگردان و ویرایش از: مهندس عباس جعفری
- چاپ اول: نوروز ۱۳۷۰
- چاپ دوم: تابستان ۱۳۷۴
- تیراژ: پنج هزار جلد
- چاپ و صحافی: کارون
- کلیه حقوق نشر برای سازمان گیتاشناسی محفوظ است.
- هرگونه بهره‌برداری تکثیری از این کتاب اعم از رنگی یا یک رنگ بدون اجازه سازمان گیتاشناسی ممنوع است.

فهرست مندرجات

ناهید (زهره) ۶۲

ویژگی های ناهید ۶۴

جو ناهید ۶۹

زمین (ارض) ۷۶

ویژگی های زمین ۷۸

زمین و زمینشناسی ۸۰

جو زمین ۸۲

آب و هوای زمین ۸۳

خورشید و زمین ۸۵

ماه ۸۸

ویژگی های ماه ۹۰

تاریخچه شناخت ماه ۹۱

گردش ماه و صور آن ۹۲

پدیده های بنام گشتند و گرفت ۹۴

ساختمان درونی ماه ۹۸

رگولیت ۹۹

پیدایش ماه ۹۹

دریاهای ماه ۱۰۰

بلندی های ماه ۱۰۱

گودهای ماه ۱۰۲

بهرام (مریخ) ۱۰۶

ویژگی های بهرام ۱۰۸

تاریخچه شناخت تلسکوپی بهرام ۱۰۹

جو بهرام ۱۱۰

آب و هوای بهرام ۱۱۱

عظمت جهان ۹

منظومه شمسی ۱۲

پیدایش منظومه خورشیدی ۱۴

فرگشت یا تکامل سیارات ۱۶

گاوش منظومه خورشیدی ۱۹

خورشید ۲۲

ویژگی های خورشید ۲۴

تاریخچه شناخت خورشید ۲۶

طیف خورشیدی ۲۸

تشعشعات خورشیدی ۲۹

رخشانگره ۳۰

رنگینگره ۳۲

کلف های خورشیدی ۳۳

مناطق فعال خورشیدی ۳۷

زبانه های خورشیدی ۳۸

مشعل های خورشیدی ۴۰

تاج های خورشیدی ۴۲

چاله های تاجی ۴۴

باد خورشیدی ۴۴

انرژی خورشیدی ۴۵

نوسان های خورشیدی ۴۶

زیستگرد خورشید ۴۷

تیر (عطارد) ۵۴

ویژگی های تیر ۵۶

شناخت تلسکوپی تیر ۵۸

سیارات دور دست و اجرام دیگر ۱۷۴

ویژگی های اورانوس	۱۷۶
نپتون	۱۸۰
تریون	۱۸۳
پلوتو	۱۸۴
دنباله داران	۱۸۶
دنباله داران چند دنباله ای	۱۸۹
دنباله دار هالی	۱۹۰
شهاب یا شخانه	۱۹۳
شهاب سنگ یا سنگ آسمانی	۱۹۳
سیاره شناسی تطبیقی	۱۹۵
در جستجوی حیات	۱۹۸
آشنائی با ویجر	۲۰۱

فهرست راهنما ۲۰۳

سطح بهرام	۱۱۲
گودهای بهرام	۱۱۳
قمرهای بهرام	۱۱۴

سیارگان	۱۱۶
برجیس (مشتری)	۱۲۲

ویژگی های برجیس	۱۲۴
لکهء سرخ بزرگ	۱۲۵
مغناطکره مشتری	۱۲۷
محیط مغناطیسی برجیس	۱۲۸
مشتری و قمر یو	۱۲۹
قمرهای مشتری	۱۳۰
قمرهای گالیله	۱۳۳
یو	۱۳۴
اروپا	۱۳۴
گائیمد	۱۳۵
کالیستو	۱۳۵
حلقه های مشتری	۱۳۷

کیوان (زحل) ۱۴۲

ویژگی های کیوان	۱۴۴
تاریخچهء شناخت کیوان	۱۴۵
خاصیت مغناطیسی کیوان	۱۴۷
مغناطکره کیوان	۱۴۸
جو کیوان	۱۴۹
حلقه های کیوان	۱۵۰
شگاف کاسینی	۱۵۱
منشاء حلقه های کیوان	۱۵۲
قمرهای کیوان	۱۵۶
می ماس	۱۵۹
انسلا دوس	۱۵۹
تتیس	۱۶۳
دیون	۱۶۳
ریا	۱۶۵
تیتان	۱۶۷
هیپیرون	۱۶۹
یاپتوس	۱۷۰
فی بی	۱۷۰
قمرهای کوچک کیوان	۱۷۰

پیشگفتار

این کتاب سفرنامه‌ای است از گشت و گذار در پهنه کشور آفتاب و دیداری با فرزندان و نوادگان خورشید. این سفر با آغاز عصر فضا یعنی دیدار تاریخی سال ۱۹۵۸ لوئای ۳ از کره ماه شروع می‌شود و طی آن آدمی سرزمین آفتاب را درمی‌نوردد و دیدنی‌هایی را که دیدارشان تا پیش از عصر فضا ناممکن بود با دیدگان مشتاق و کنجگاو خویش می‌نگرد و بر عظمت خلقت آفرین می‌گوید.

بررسی افلاک و چگونگی ساختار کائنات، مقدمه‌ای است تا حتی المقدور با راز آفرینش آشنا شویم و برای سفر به گوشه‌ای از عالم افلاک که منظومه خورشیدی نام دارد، آماده گردیم.

طی این سفر پا از میهن خاکی خویش بیرون می‌گذاریم و نخست به دیدار رئیس خانواده یا کانون منظومه شمسی می‌شتابیم و از نزدیک با سرشت و ساختار کره آتشین خورشید آشنا می‌گردیم و سپس به دیدار فرزندان نه‌گانه او می‌رویم و پس از آشنائی با سیارگان و دنباله‌داران و شهابسنگ‌ها به بررسی حیات می‌پردازیم و از ارزش والای موهبت زیست که به ما زمینیان ارزانی گردیده است، آگاه می‌گردیم.

سیاحان این سفرنامه را مهنوردها و فضا ناوهای که از اراده پولادین و نیروی شگرف اندیشه و تفکر آدمی جان یافته‌اند، تشکیل داده و کیهان پیمایانی چون لوناها و مارینرها و پایونیرها و بالاخره ویجرها قهرمان واقعی داستان هستند که هریک به سیاره‌ای مأمور گردیده‌اند تا دریچه‌هایی از جهان‌های دوردست را در برابر دیدگان بهت‌زده آدمیان بگشایند و صحنه‌هایی را که دیدارش حتی در خواب و خیال هم نمی‌گنجید، در برابر چشم انسان مجسم سازند.

کتاب حاضر برگردان و ویرایشی است از کتاب *The Atlas of the Solar System* نوشته پاتریک مور *Patrick Moore* و گری هانت *Gary Hunt* کارشناسان علوم فضائی انگلستان. از آنجائی که محتوای کتاب اصلی برای فهم همگان سنگین می‌نمود، مترجم ناگزیر از تلخیص آن گردید و سعی بر آن نمود تا از خشکی و سنگینی بار علمی آن بکاهد و آن را در قالبی همه‌پسند ارائه دهد.

از طرفی چون کتاب اصلی پا به پای فضا ناوها، به ویژه ویجر ۲ فقط تا کیوان پیش رفته بود لذا مترجم بر آن شد تا با مراجعه به نشریات و مجلات گوناگونی چون *Astronomy* و *Sky & Telescope* و *Planetary Report* و به ویژه مجله *National Geography* شماره ۱۷۸، اوت ۱۹۹۰، آخرین اطلاعات مربوط به سفر ویجر ۲ به اورانوس و نپتون را نیز بر آن بیفزاید و کتاب جامع و کاملی به هم میهنان عزیز تقدیم دارد.

کیهان پیمای ویجر ۲ که یکی از قهرمانان اصلی کتاب است، در اوت ۱۹۷۷ راهی آسمان شد تا در سر راه از فرزندان غول‌پیکر خورشید، یعنی مشتری و کیوان و اورانوس و نپتون دیدن کند. در ژوئیه ۱۹۷۹ به محدوده مشتری رسید و در اوت ۱۹۸۱ از کیوان دیدار کرد و در آغاز سال ۱۹۸۶ به سرزمین اورانوس گام نهاد و بالاخره در اوت ۱۹۸۹ پس از آنکه حدود ۴/۵ میلیارد کیلومتر از زمین فاصله گرفته بود، به محدوده نپتون وارد شد و پس از وداع با خانواده نپتون به سوی مرز کشور آفتاب روان گردید. متأسفانه چون سیاره پلوتو که نهمین و ظاهراً آخرین فرزند خورشید محسوب می‌گردد، از نظر مداری در وضع نامساعدی قرار داشت، ناگزیر دیدار سیاره مزبور از برنامه ویجر ۲ حذف گردید و به آن دستور داده شد تا به قصد بررسی دامنه میدان مغناطیسی خورشید به مرز کشور آفتاب سفر کند و پس از آن به فضای میان ستارگان داخل گردیده و در پهنه بی‌کران فضا، پیش رود.

ویجر ۲ طبق برنامه در سال ۲۰۰۰ میلادی به مرز کشور آفتاب که اصطلاحاً "خورمرز Heliosheath نام دارد، خواهد رسید و در سال ۲۰۱۲ قدم به فضای میان ستارگان خواهد گذارد و در سال ۲۳۱۹ میلادی در فاصله یکسال نوری از خورشید قرار خواهد گرفت. البته باید توجه داشت که توان مفید ویجر ۲ به سال ۲۰۰۰ میلادی محدود می‌گردد و کیفیت دستگاهها و وسایل آن حداکثر تا سال ۲۰۱۵ میلادی محفوظ خواهد ماند. بنابراین تحقیق در زمینه ستارگان یا خورشیدهای دیگر حتی نزدیکترین آنها که چیزی حدود ۴/۳ سال نوری از خورشید به دور است، در شرایط کنونی امری است ناممکن و برقراری ارتباط در فاصله‌ای اینچنین دور و با امکانات امروزی جز رویایی بیش نیست. اما از آینده و تحولات شگرف آن چیزی به درستی نمی‌دانیم و قراموش نکنیم که دستاوردهای امروزی تا چند دهه پیش نیز خود غیرممکن می‌نمود و از نظر نسل گذشته رؤیایی بیش نمی‌بود، بهر حال بهتر است در انتظار آینده بنشینیم و بر تحولات علمی چشم‌دوزیم و بر اعجازی والاتر از ویجرها و پایونیورها که هر کدام معجزه‌قرون و اعصار به شمار می‌آیند، بیندیشیم و امیدوار باشیم.

در پایان برخود واجب می‌دانم تا از مدیران و کارکنان مؤسسه گیتاشناسی که صمیمانه‌ترین همکاریها را در تهیه و واگذاری مدارک و صفحه‌آرایی و چاپ و نشر کتاب معمول داشته‌اند سپاسگزار باشد و از خوانندگانی که با اشارات و یادآوریهای خویش موجبات راهنمایی اینجانب را فراهم خواهند نمود، قبلاً تشکر نماید.

مهندس عباس جعفری

جهان یا عالم افلاک

The Universe of Galaxies

ستارگان فقط در کهکشان‌ها قرار گرفته‌اند. در سراسر عالم افلاک میلیون‌ها کهکشان موجود است که در هرکدام میلیون‌ها میلیون خورشید به پرتوافشانی مشغولند. پاره‌ای از کهکشان‌ها را حتی با چشم غیر مسلح نیز می‌توان دید، کهکشان ابرهای ماژلانی *Magellanic Clouds* که در نیمکره جنوبی زمین دیده می‌شود یکی از معروف‌ترین آنها است. عکس‌هایی که بوسیله تلسکوپ‌های قوی از کهکشان امراةالمسلله (زن به زنجیر بسته) *Andromeda* برداشته شده حالت مارپیچی *Spiral* کهکشان مزبور را نشان می‌دهد. با وجود اینکه این کهکشان در زاویه دیدی قرار گرفته که چهره واقعی آن را کمابیش مخفی ساخته است. مع الوصف زیبایی خیره‌کننده آن غیر قابل انکار است.

فاصله کهکشان مزبور از ما دو میلیون و دویست هزار سال نوری است، بهمین جهت طبیعی است که امروز چهره‌ای از آن را که به دو میلیون سال پیش تعلق دارد، خواهیم دید.

می‌دانیم که سال نوری یکی از شیوه‌های متداول بیان فواصل بسیار دور است و آن عبارت از مسافتی است که نور در عرض یک سال می‌پیماید. از آنجائیکه سرعت نور برابر سصد هزار کیلومتر در ثانیه است، لذا هر سال نوری با رقمی معادل $9/46$ میلیون میلیون کیلومتر برابر است.

نزدیک‌ترین ستاره به خورشید ما پروکسیمای قنطوس *Proxima Centauri* نام دارد که آن نیز همانند خورشید به کهکشان راه شیری متعلق بوده و در فاصله $4/2$ سال نوری از خورشید قرار گرفته است.

کهکشان‌های منفرد یا تک بندرت یافت می‌گردند و معمولاً "گروه‌هایی از دو تا هزار و حتی بیشتر را تشکیل می‌دهند که به آن خوشه کهکشانی می‌گویند. در هر حال کهکشان‌ها طوری پراکنده شده‌اند که تحت تأثیر نیروی ثقل یکدیگر قرار داشته باشند. می‌دانیم اشیاء هر اندازه هم کوچک باشند باز از نیروی ثقل بنام ثقل که همواره رقمی مثبت است برخوردارند. نیروی ثقل کهکشان‌ها عبارت از وزن جرمی است فرضی که از تمرکز کلیه اعضا سیستم در مرکز آن پدید آید.

قطر یک خوشه کهکشانی *Cluster of Galaxies* گاه به بیش از دهها میلیون سال نوری بالغ می‌گردد.

بررسی فضاها دور نشان می‌دهد که اجتماع گروهی از خوشه‌های کهکشانی مجموعه بس عظیم‌تری را بنام ابرخوشه *Super Cluster* کیهانی پدید می‌آورند. بطور مثال کهکشان راه شیری که خورشید ما ستاره‌ای از ستارگان بیشمار آن محسوب می‌گردد، خود عضوی از یک مجموعه عظیم بنام گروه محلی *Local Group* است و کهکشان ما دومین یا سومین عضو بزرگ گروه مزبور را که از سی کهکشان دیگر منجمله کهکشان امراةالمسلله *Andromeda* پدید آمده است، تشکیل می‌دهد. کهکشان مارپیچی تری انگولوم *Triangulum* و همچنین کهکشان نامنظم ابرهای ماژلانی *Magellanic Clouds* نیز اعضای نسبتاً بزرگ گروه محلی بشمار می‌آیند ولی دیگر کهکشان‌هایی که در گروه مزبور جای دارند، منظومه‌های کوچکی بوده و از جرم نسبتاً کمی برخوردارند.

قطر کهکشان راه شیری حدود صد هزار سال نوری است. شکل این

عظمت جهان

SCALE OF THE UNIVERSE

ما در جهان بسیار پهناور و بی‌پایانی زندگی می‌کنیم. کره زمین که از نظر ساکنان آن از هیبت ویژه‌ای برخوردار است، در مقایسه با عظمت جهان *Universe* جرم ناچیز و بس حقیری است. حتی کره خورشید که زندگی ما و دیگر موجودات کره زمین به آن بستگی تام دارد نیز قطره کوچکی از اقیانوس بیکران جهان محسوب می‌گردد.

خورشید ما در مقایسه با دیگر خورشیدهای عالم افلاک ستاره‌ای است بسیار معمولی و فقط برای ما آدمیان زمینی که در فاصله اندکی از آن بسر می‌بریم این چنین مجلل و با شکوه بنظر می‌رسد. فاصله میان خورشید و زمین بطور متوسط ۱۵۰ میلیون کیلومتر است که اصطلاحاً "واحد نجومی *Astronomical Unit* نام دارد ولی نزدیک‌ترین ستاره‌ها میلیون‌ها میلیون کیلومتر از خورشید ما به دورند.

توده ستارگانی که خورشید ما نیز یکی از آنها بشمار می‌آید مجموعه‌ای را بنام کهکشان راه شیری *Milky Way Galaxy* پدید می‌آورند. کهکشان راه شیری حداقل از صد هزار میلیون ستاره یا خورشیدهای گوناگون ترکیب یافته که برخی از آنها بسیار نیرومندتر و فعال‌تر از خورشید ما هستند و پاره‌ای نیز ضعیف‌تر و ناتوان‌تر از آنند، دمای سطحی ستارگان کهکشان راه شیری بسیار گوناگون است. ستارگان خیلی داغ چون نسر واقع *Vega* (صورت فلکی *Constellation* شلیاق یا چنگ رومی *Lyra*) و یا رجل الجبار *Rigel* (صورت فلکی جبار *Orion*) دارای چهره‌ای سفید و گاه مایل به آبی هستند. خورشید ما که دمای سطحی آن به شش هزار درجه سانتیگراد می‌رسد، از نوع ستارگان زرد میان دما بشمار می‌آید و ستاره‌های سردتری چون ابط الجوزا *Betelgeux* (صورت فلکی جبار) دارای رنگی نارنجی یا نارنجی مایل به قرمز هستند.

عظمت و بزرگی پاره‌ای ستارگان گاه آنچنان است که فضای میان مدار گردش زمین به دور خورشید را پر می‌کنند و در مقابل ستارگانی نیز یافت می‌گردند که حتی از زمین ما هم کوچک‌ترند.

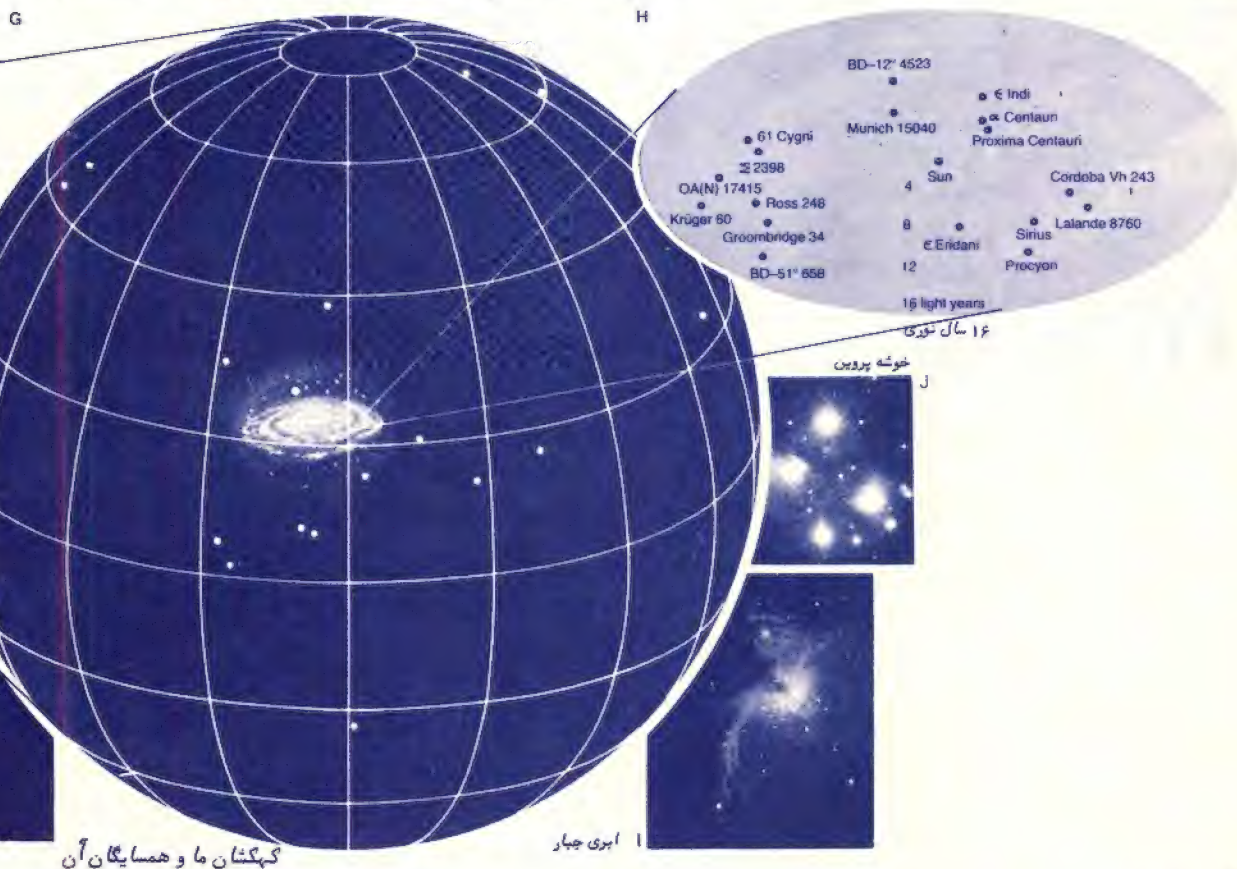
ستارگان و سیارات

Stars & Planets

ستارگان طبیعتاً کراتی هستند متشکل از گازهای داغ و سوزان که بخودی خود می‌درخشند و در پی فعل و انفعالات هسته‌ای که درون آنها انجام می‌گیرد، تولید انرژی می‌نمایند. دمای توده مرکزی خورشید که یکی از ستارگان به‌شمار علم افلاک را تشکیل می‌دهد بالغ بر چهارده میلیون درجه سانتیگراد است. از آنجائی که برای واکنش‌های هسته‌ای لااقل ده میلیون درجه سانتیگراد دمای درونی لازم است، لذا در ستارگانی که دمای درونی آنها کمتر از این میزان است، واکنش‌های هسته‌ای انجام نگرفته و طبیعتاً از ویژگی پرتوافشانی نیز بی‌بهره خواهند بود.

ستارگان برحسب طبقات طیفی *Spectral Types* گروه بندی می‌گردند. میزان جذب اشعه و یا پرتوافشانی هر ستاره که به اجزاء متشکله و گازهای سطح آن بستگی دارد، خط‌هایی را روی نوارهای طیفی ایجاد می‌کند که خطوط طیفی نام دارند. در طبقه‌بندی طیفی، ستارگان را برحسب رنگشان طبقه‌بندی می‌کنند. میزان دمای سطحی هر ستاره که به اجزاء تشکیل دهنده آن بستگی دارد، با مراحل تکاملی آن در ارتباط است. از آنجائی که دوره تکاملی ستارگان عمدتاً با جرم اولیه مواد سازنده که مواد

کهکشان به بشقاب تختی که توده متورمی در وسط آن قرار گرفته همانند است. هنگامیکه از پهلو به این کهکشان نظر می‌افکنیم ستارگان بسیاری را می‌بینیم که تقریباً روی یک خط قرار گرفته و رگه ابرمانندی را در آسمان شب ایجاد می‌کنند و راه شیری رنگی را در نظر مجسم می‌سازند. مرکز واقعی این کهکشان در پشت ابرهای حاصله از غبارهای کیهانی پوشیده شده و ظاهراً بایستی حدود سی هزار سال نوری از ما به دور باشد. خورشید همراه با خانواده خود در نزدیکی لبه یکی از بازوهای مارپیچ کهکشان جای گرفته است. پژوهش‌های کیهانی گویای آن است که کهکشان به دور توده مرکزی خود سرعت در چرخش است و خورشید برای طی یک دور کامل به گرد مرکز کهکشان ۲۲۵ میلیون سال صرف وقت می‌نماید. تاکنون نزدیک به هزار میلیون کهکشان به اشکال گوناگون در میدان دید تلسکوپ‌های نوین مشاهده گردیده که متداول‌ترین آنها شکل مارپیچی است. برخی از کهکشان‌ها بیضی شکل بوده و گروهی مدورند. افزون بر آن کهکشان‌هایی نیز یافت می‌شوند که از شکل منظمی برخوردار نبوده و هیچگونه تقارن یا همسانی در شکل آنها دیده نمی‌شود. کهکشان‌های کوتوله *Dwarf Galaxies* غالباً از نوع نامنظم هستند.



همسایگان خورشید

کهکشان راه شیری از یک هسته مرکزی متورم و چندبازوی مارپیچ تشکیل یافته (شکل G) و پیرامون آن را هاله‌ای از غبارهای کیهانی که دامنه آن حدود صد هزار پارسک (هر پارسک برابر ۳/۲۶ سال نوری است) در فضا گسترش یافته، فرا گرفته است. بیشتر همسایگان نزدیک خورشید (شکل H) را کوتوله‌های سرخ رنگ تشکیل داده‌اند. ستارگان معمولاً در میان توده‌ای از غبار و گازهای کیهانی که به آنها ابری *Nebula* می‌گویند زاده می‌شوند. ابری جبار *Orion Nebula* (شکل I) یکی از نمونه‌های فراوان این فرآیند است. در میان ابری مزبور که از درخشندگی چشمگیری برخوردار است، ستاره درخشان تتاجبار *Theta Orionis* جای دارد. اعضای اصلی خوشه پروین *Pleiades* (شکل J) از درخشندگی و دمای فراوان برخوردار بوده و پیرامون آنها را هاله‌هایی از ابر فرا گرفته است.

نورهای بازتابنده از سطح آنها بدست می‌آید و با تفسیر اطلاعات مزبور، اندازه‌گیری ابعاد فیزیکی و خواص عمومی و همچنین ترکیبات شیمیایی مواد متشکله سیارات امکان پذیر می‌شود.

دقت در نشاندهی موقعیت سیارات، راه را برای اندازه‌گیری و تعیین دقیق ابعاد مدار آنها می‌گشاید و اندازه‌فزاویه‌ای قرص‌ظاهری همراه بافاصله سیارات از زمین به تعیین ابعاد فیزیکی آنها می‌انجامد. جرم سیاراتی که دارای قمر هستند به آسانی قابل اندازه‌گیری است و در مورد آن دسته از سیاراتی که فاقد قمر می‌باشند، از تأثیر سیاره مزبور بر سیاره همسایه کمک گرفته می‌شود. با در دست داشتن جرم سیارات و همچنین ابعادشان، تراکم آنها را تعیین می‌کنند. مقدار شتاب که به مقدار ثقل در سطح سیاره بستگی دارد، بوسیله جرم و شعاع سیاره محاسبه می‌گردد و از این راه میزان سرعت گریز *Escape Velocity* سیارات را محاسبه می‌نمایند.

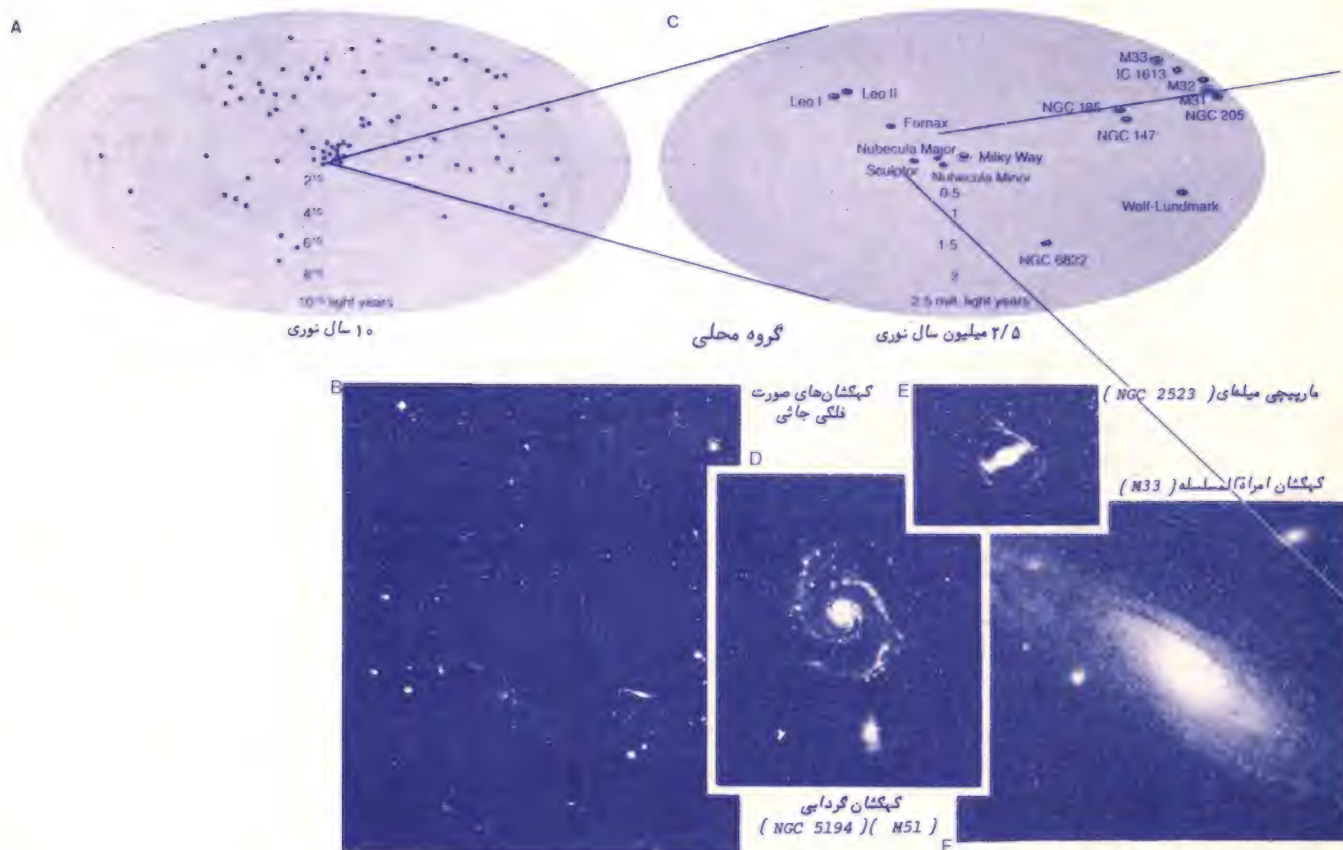
ابری *Nebular Material* نام دارند در ارتباط است، لذا مراحل تکاملی ستاره‌ای که از جرم عظیم‌تری برخوردار است در مقایسه با ستاره دیگری که جرم کمتری دارد، کاملاً متفاوت خواهد بود. خورشید ما که ستاره‌ای متوسط است، سرپرستی خانواده‌ای مرکب از نه سیاره و گروهی اجرام کوچک‌تر و کم‌اهمیت‌تر دیگری مانند سیارکان و دنباله‌داران را برعهده داشته و مجموعه کوچکی را بنام منظومه خورشیدی تشکیل می‌دهد. سیارات نه‌گانه خورشید روی مدارهایی کمابیش بیضی شکل به گرد مادر خویش که در مرکز منظومه قرار گرفته است، در گردشند و اقمار آنها نیز مدارهایی را به همین سان به گرد سیاره مادر می‌پیمایند.

چگونگی گردش سیارات و اقمار آنها را بایستی در قوانین ریاضی و فیزیک جستجو کرد، خلاصه اینکه، جرمی که دارای حرکت مداری است تحت تأثیر نیروئی قرار می‌گیرد که آنرا بر مسیرش نگه می‌دارد.

اندازه‌گیری‌های اصلی

Basic Measurements

اطلاعات مربوط به اجرام منظومه خورشیدی از تجزیه و تحلیل



مرزهای جهان

پارهای اجرام که در فاصله‌های دوردست جهان قرار گرفته‌اند اختراص *Quasar* نام دارند که ظاهراً با سرعتی نزدیک به سرعت نور از ما دور می‌شوند. دانش امروز اجرام موجود در فضا را به شرح زیر طبقه‌بندی می‌کند.

(A) جرم‌هایی که بیش از ۱۳،۰۰۰ میلیون سال نوری از ما فاصله دارند و بهیچ شیوه‌ای اعم از رادیویی و یا اپتیک قابل بررسی نیستند. (B) آن دسته از کهکشان‌هایی که در فاصله‌ای حداکثر برابر ۷۵۰ میلیون سال نوری قرار گرفته‌اند، قابل رویت و مطالعه می‌باشند. (C) کلیه اعضای گروه محلی که کهکشان ما نیز جزئی از آن است در فاصله‌ای حدود ۲/۵ میلیون سال نوری قرار دارند. (D) کهکشان راه شیری یک کهکشان مارپیچی است و شباهت فراوانی به گرداب دارد. (E) بسیاری از کهکشان‌ها از نظر شکل در ردیف مارپیچی حلقوی قرار گرفته و دارای هسته‌ای باریک و دراز هستند. (F) کهکشان زیبای امراة‌المسلله یا آندرومدا یکی از نزدیک‌ترین کهکشان‌ها به کهکشان راه شیری است.

اورانوس (Uranus، نپتون Neptune و پلوتو Pluto) و اقمار
Satellites آنها و همچنین اجرام کوچکی بنام سیارگان Asteroids،
دنباله‌داران Comets شهابواره Meteoroids و قدری گاز و غبارهای
بین سیاره‌ای تشکیل یافته است.

میدان ثقل کره خورشید که فرمانروای این خانواده است، حرکت
سیارات و دیگر اجرام منظومه را کنترل می‌کند و میدان مغناطیسی و تشعشعات
Radiations آن نقش بس مهمی را به ویژه روی گازها و غبارهای بین
سیارات برعهده دارد.

قطر خورشید ۱,۳۹۲,۰۰۰ کیلومتر است که ۱۰۹ بار بزرگتر از قطر
زمین و تقریباً ده برابر بیشتر از قطر بزرگترین سیاره منظومه شمسی یعنی
برجیس است. جرم Mass آن $1/9891 \times 10^{30}$ کیلوگرم یا چیزی حدود
۳۳۰,۰۰۰ برابر جرم زمین و تقریباً هزار برابر جرم برجیس یا مشتری
است. (با وجودی که خورشید ۹۹/۸ درصد جرم منظومه خورشیدی را از آن
خویش ساخته است، ولی با مقایسه حجم آن (که ۳۰۳,۰۰۰,۰۰۰ برابر حجم
زمین) و جرم آن (که حدود ۳۳۰,۰۰۰ برابر زمین است) به خوبی متوجه
می‌شویم که میزان تراکم یا انبوهش آن به نسبت قابل ملاحظه‌ای کمتر از
تراکم زمین بوده و به چیزی حدود کمتر از یک چهارم انبوهش زمین می‌رسد
که خود منعکس‌کننده تفاوت کلی در ساختار کرات مزبور است.

مدار سیارات و فاصله آنها از خورشید Planetary Orbits & Distances

(یوهان کپلر Johannes Kepler نخستین کسی است که در سال

منظومه شمسی

SOLAR SYSTEM

(منظومه شمسی Solar System از خورشید و نه سیاره اصلی (تیریا

عطارد Mercury، ناهید یا زهره Venus، زمین Earth، بهرام یا
مریخ Mars، برجیس یا مشتری Jupiter، کیوان یا زحل Saturn،

اندازه نسبی	نام	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
تیر (عطارد)		۵۵.۷										۱۲۲'۴۰"
ناهید (زهره)		۴۵.۹										
زمین		۵۷.۹										
بهرام (مریخ)		۱۰۵.۰										
برجیس (مشتری)		۱۰۹.۰										
کیوان (زحل)		۱۵۲.۰										
اورانوس		۲۴۸.۰										
نپتون		۴۵۳.۰										
پلوتو		۷۳۷.۰										
اقمار												
۱- حداکثر فاصله از خورشید (بر حسب میلیون کیلومتر)		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۲- حداقل فاصله از خورشید (بر حسب میلیون کیلومتر)		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۳- متوسط فاصله از خورشید (بر حسب میلیون کیلومتر)		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۴- متوسط فاصله از خورشید بر حسب واحد نجومی		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۵- دوره نجومی بر حسب سال زمینی		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۶- دوره نجومی بر حسب روز زمینی		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۷- دوره هلالی بر حسب روز زمینی		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۸- خروج از مرکز مدار		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۹- میزان میل مدار نسبت به دایرة البروج بر حسب درجه		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۱۰- سرعت متوسط مداری بر حسب کیلومتر در ثانیه		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷
۱۱- قطر ظاهری متوسط خورشید آن چنانکه از سیاره دیده می‌شود.		۱۰۹.۰	۱۰۷.۴	۱۰۸.۲	۰.۷۲۳	۰.۶۱۵	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷

کپلر خواهد بود.

اندازه و شکل هر بیضی را بنابر دو کمیت یکی نصف قطرا طول و دیگری خروج از مرکز *Eccentricity* توصیف می نمایند.

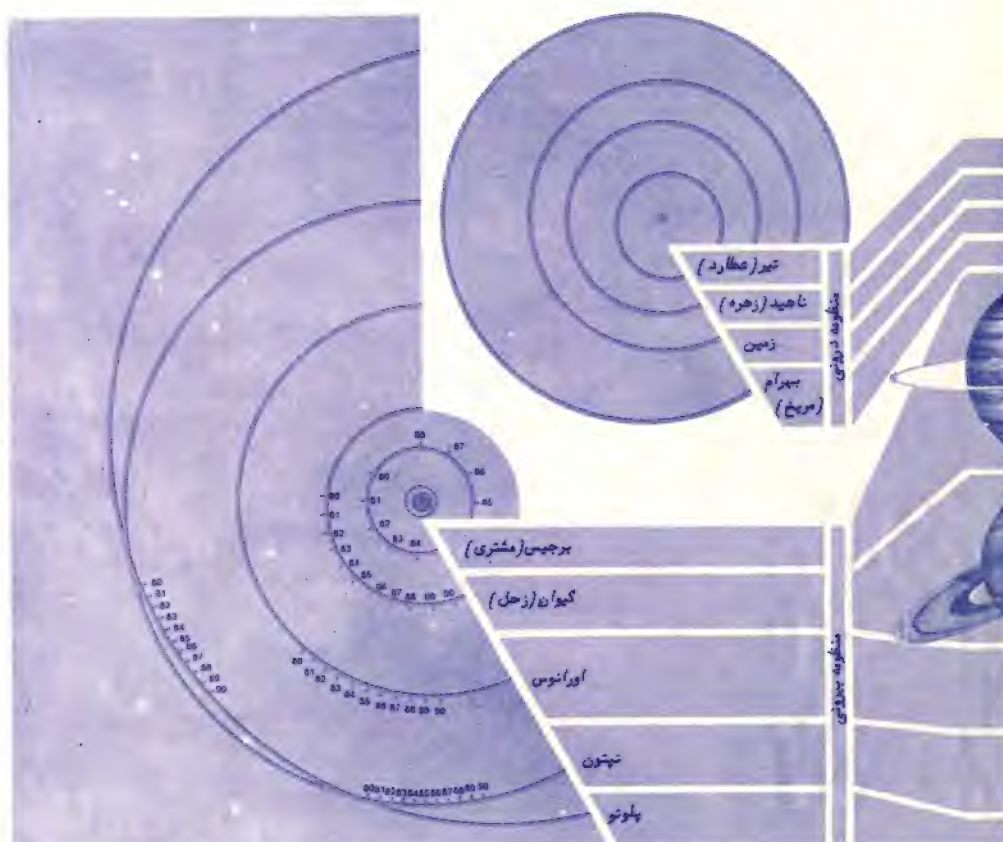
سیارات نسبت به مدار زمین به دو دسته تقسیم می گردند، نخست سیاراتی که مدارشان درون مدار گردش زمین به دور خورشید قرار گرفته که به آنها سیارات زیرین یا سفلی *Inferior Planets* گفته می شود و دوم سیاراتی که مدارشان خارج از مدار گردش زمین است و به آنها سیارات زیرین یا علوی *Superior Planets* می گویند.

سیارات زیرین هنگامیکه در آسمان زمین مستقیماً در برابر خورشید قرار می گیرند، در حالت روبرویی یا مقابله *Opposition* واقع می شوند و زمانی که زاویه حاصله از سیاره و زمین و خورشید (زمین در راس آن) ۹۰ درجه باشد به آن تربیع *Quadrature* می گویند. چه سیارات زیرین و چه سیارات زیرین، هنگامیکه در راستای زمین و خورشید واقع شوند، در مرحله ای بنام همسوئی یا مقارنه *Conjunction* قرار می گیرند. چنانچه سیاره زیرین بین زمین و خورشید باشد مقارنه درونی و هرگاه خورشید بین زمین و سیاره قرار گیرد مقارنه بیرونی بوجود خواهد آمد. پدیده هائی چون صور یا اهلل *Phases* و گرفت ها *Eclipses* محصول قرار گرفتن سیارات یا اقمار آنها نسبت به زمین و خورشید است.

۱۶۰۹ میلادی به بیضی شکل بودن مدار گردش سیارات پی برد، مطابق این نظریه که نخستین قانون از قوانین سه گانه کپلر بشمار می آید، مدار گردش سیارات به دور خورشید شکلی است بیضی که خورشید در یکی از دو کانون آن جای دارد و اگر بخواهیم علمی تر صحبت کنیم، باید بگوئیم که خورشید و سیارات آن پیرامون گرانیگاه *Barycenter* منظومه شمسی یعنی نقطه ای که بر مرکز واقعی خورشید منطبق نبوده و کمی نسبت به آن فاصله دارد گردش می کنند.

برابر قانون دوم کپلر، شعاع حامل سیاره (یعنی خط واصل میان خورشید و سیاره) در زمان های مساوی سطوح برابر می پیماید، به همین مناسبت سیارات هنگام عبور از نزدیکی خورشید سریع تر از زمانی که از آن دورند حرکت می کنند. نقطه ای از مدار گردش هر سیاره که نزدیکترین فاصله از خورشید را داراست پری هلیون *Perihelion* و آنکه دورترین فاصله را داراست افلیون *Aphelion* نام دارد.

سومین قانون کپلر رابطه میان زمان گردش سیاره و فاصله متوسط آن را از خورشید بیان می دارد. اگر سال زمینی را بعنوان واحد اندازه گیری زمان و فاصله میان زمین تا خورشید یعنی واحد نجومی را واحد اندازه گیری فاصله محسوب داریم، در این حال فرمول $P^2 = a^3$ که در آن P زمان و a فاصله متوسط از خورشید است، بیان کننده سومین قانون از قوانین سه گانه



خورشیدی *Solar Nebula* می‌شناسد. تا همین اواخر باور همگان بر این بود که ابرهای خورشیدی ترکیبی است از گونه‌ای شهابوار فاقد ئیدرژن و هلیوم و گازهای نادر. بررسی‌های اخیر روی ایزوتوپ‌های ویژه‌ای چون ایزوتوپ ^{16}O ناهنجاری‌هایی را در زمینه ایزوتوپ ابری‌ها نشان می‌دهد و ناهمگن بودن آنها را تأیید می‌نماید. گروهی از دانشمندان بر این باورند که فعالیت ابرنواختران به پیدایش موادی که موجبات ناهنجاری و ناهمگنی تکاثف و انبوهش ابرهای خورشیدی را فراهم می‌آورد منجر می‌گردد. گروهی دیگر بر این اعتقادند که ناهنجاری‌های ایزوتوپی در ذراتی که در مرحله انبساط ابرنواختران تولید گردیده‌اند، از پیش موجود بوده است.

بیشتر کیهان‌شناسان *Cosmologists* فرضیه‌ای را که نخستین بار در سال ۱۷۹۶ در زمینه کیهان‌شناسی *Cosmogony* بوسیله پیرسیمون لاپلاس *Pierre Simon Laplace* عرضه گردیده است، تأیید می‌نمایند. این دانشمندان در تکمیل فرضیه لاپلاس معتقدند، در آغاز توده گازهای ابری شکلی که از جرم گسترده رقیق و داغی تشکیل نیافته، وجود داشته است. توده مزبور که از یک حرکت دورانی پیروی می‌کرده، تحت تأثیر گرانش *Gravitation* خود منقبض گردیده و بمرور سردتر شده است. این توده که در آغاز کروی شکل بوده است، در پی افزایش چرخش، شکلی بیضوی یافته و مواد درون آن به آرامی به سوی مرکز روان گردیده و توده مرکزی یا پیش خورشید *Proto-Sun* را پدید آورده است.

نیروی ثقل توده مزبور که بمرور فزونی می‌یافته به تراکم هرچه بیشتر آن کمک نموده و در مقابل از حجم آن کاسته گردیده و دمای درونی آن به حد مساعد برای واکنش‌های دما هسته‌ای *Thermonuclear Reactions* فزونی یافت و سرانجام کره خورشید بدینسان که امروز می‌شناسیم، پدید آمد. در زمینه پیدایش سیارات، نظرات گوناگونی وجود دارد که در این مجلد فقط دوتا از آنها را که بیش از سایرین از ارزش بررسی برخوردار است، مورد مطالعه قرار می‌دهیم. نخست نظریه پیش سیاره‌ای *Proto-Planet Theory* و دوم نظریه خرده سیاره‌ای

پیدایش منظومه خورشیدی

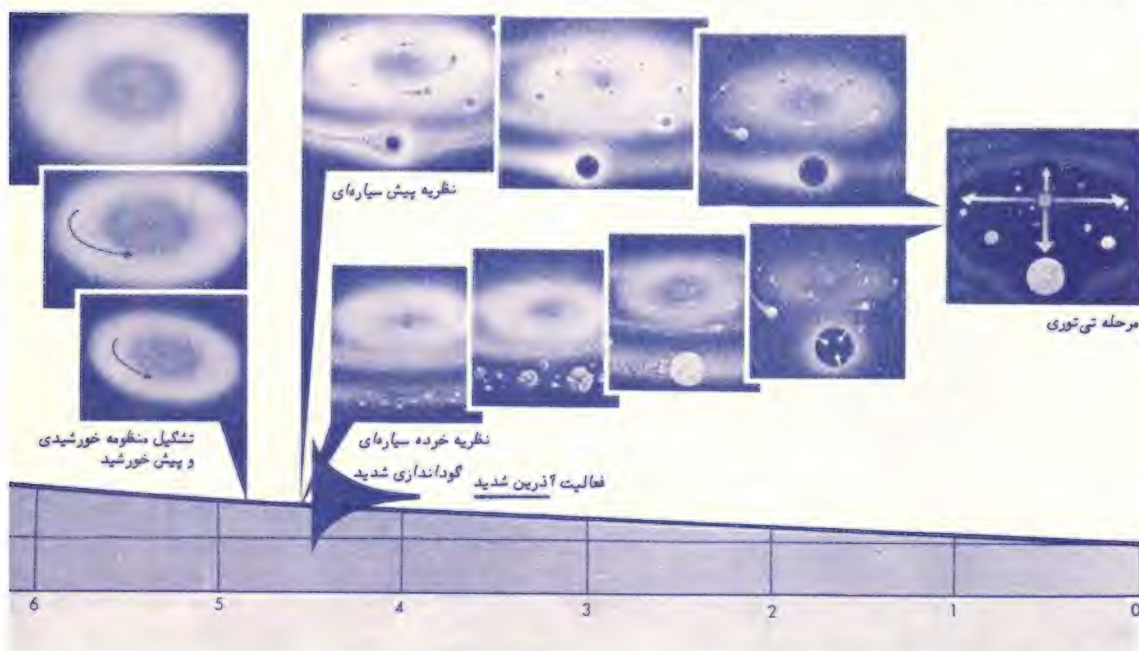
ORIGINS OF THE SOLAR SYSTEM

به گمان دانش نوین، از عمر جهان حدود ۱۳،۰۰۰ میلیون سال می‌گذرد و منظومه خورشیدی نیز حدود ۴،۵۶۰ میلیون سال عمر دارد. دانشمندان بر این باورند که پیدایش جهان که از شمار بس عظیمی منظومه کپکشانی تشکیل یافته، با عمل ویژه‌ای بنام انفجار بزرگ *Big Bang* آغاز گردیده است. فراوانی عنصرهای ئیدرژن و هلیوم، یکی از ویژگی‌های آغاز آفرینش جهان بوده و عناصر سنگین‌تر در مراحل بعدی یعنی بدنبال انفجار ابرنواختران *Supernova* و غول‌های سرخ رنگ *Red Giants* تولید گردیده‌اند.

ابرهای خورشیدی

Solar Nebula

دانش نوین، آفرینش منظومه خورشیدی را فرآورده موادی بنام ابرهای



Planetesimal Theory

خورشیدی ظاهراً" هیچگاه از سیصد درجه کلوین Kelvin تجاوز نکرده است، برعکس در مورد سیارات نزدیکتر به خورشید، تیدرژن و هلیوم و گازهای کمیاب در روزگار اولیه آفرینش از میان رفت و پیش از آن که سیارات این قسمت در قالب‌های امروزی درآیند، گازهای مزبور را بگلی از دست دادند، یکی از نظرات گوناگونی که درباره چگونگی این رویداد ارائه گردیده، گویای آن است که خورشید بفاصله کوتاهی پس از تشکیل خانواده به مرحله تی‌توری* *T-Tauri* وارد گردیده و بخش‌های درونی منظومه خورش را بشدت تحت تأثیر بادهای خورشیدی بسیار نیرومند قرار داده و سطح سیارات مجاور خورش را از عنصرهای تیدرژن و هلیوم و گازهای کمیاب و حتی جو نخستین بگلی زدوده است.

چهره واقعی و مؤثر نیروی ثقل پس از افزایش حجم و نمو سیارات ظاهر شد و نقش واقعی و حیاتی آن در تکامل سیارات آشکار گردید. عناصر رادیواکتیوهای چون عنصر ^{26}Al که در سیارات ذخیره گردیده بود، شروع به تلاشی و تباهی نمودند و موجبات گرمایش را که گاه تا مرحله گداختگی پیش می‌رفت فراهم آوردند و بخش گوشته *Mantle* و توده مرکزی یا هسته سیارات را بنیان نهادند. طی فرآیندهای مزبور که احتمالاً درصد میلیون سال نخستین عمر سیارات انجام شده، گازهای تیدرژن بی‌اندازه زیادی آفریده شد و در مقابل از حجم ابرهای خورشیدی به نسبت زیادی کاسته گردید.

در مراحل بعدی با رویداد دیگری بنام بمباران شهابی آشنا می‌شویم که آبله‌گون شدن چهره سیارات و فزونی انبوهش و دما تا حد گداختگی از ویژگی‌های آن است. پیدایش پوسته و آرایش شیمیایی و خودنمایی انواع ساختارهای درونی را نیز بایستی جزو مراحل بعدی تکامل که به روزگار ما نزدیکتر است بشمار آورد.

بنابر نظریه نخست، ناپایداری ثقل ابری‌ها موجبات پیدایش توده‌های عظیم پیش سیارات را فراهم آورده است.

نظریه دوم گویای آن است که رویش سیارات از برخورد و بهم پیوستن ذرات بسیار ریز غبار آغاز گردیده و انبوهش و رشد تدریجی آنها نخست به پدید آمدن سیارکان و سپس به پیدایش سیارات انجامیده است. شاید منطقی باشد بپذیریم که، نظریه نخست بیشتر در مورد سیاراتی مانند برجیس (مشتی) و کیوان (زحل) که از توده‌های عظیم گاز تشکیل یافته‌اند صدق کرده و نظریه دوم در مورد گروه سیارات خاکی مانند تیر، ناهید، زمین و مریخ و غیره صادق است.

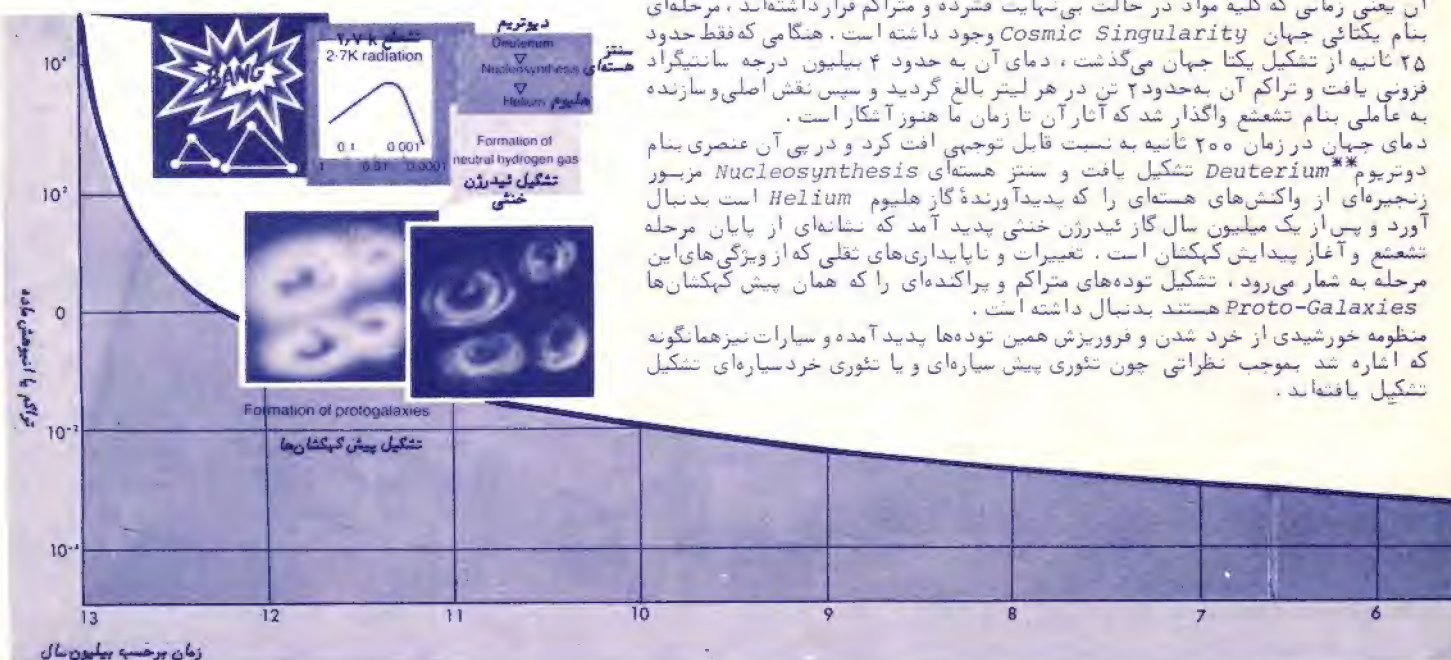
شهابواره‌ها چه می‌گویند

Evidence From Meteorites

از آنجائی که نیروی الکترواستاتیک ضعیفی برای گردآوری ذرات غبار و تبدیل آنها به دانه‌های درشت تر کافی است، لذا شهابواره‌ها *Meteorites* که هر کدام حداقل از بیست گانی گوناگون تشکیل یافته‌اند می‌توانند ما را در حل بسیاری از معماهای کیهانی یاری دهند و راهنمای ارزنده‌ای در پژوهش‌های کیهانی‌شمار آیند. تنوع و گوناگونی‌های همانندی که در سیارکان نیز حاکم است دال بر ناهمگونی ابرهای خورشیدی در مراحل بسیار اولیه رویش و تکامل بوده و نسبت‌های مختلف عناصر گوناگون را در رویش خورده سیارات آشکار می‌نماید و هر سیاره را از ویژگی خاصی بهره‌مند می‌سازد. بطور مثال سیاراتی چون برجیس (مشتی) و کیوان (زحل) که در فواصل نسبتاً دوری از خورشید قرار گرفته‌اند، قسمتهائی از تیدرژن و هلیوم خورشید را در خود ذخیره نموده و قشرهای آنها از توده‌های عظیمی از یخ تشکیل یافته‌اند. این شرایط نشان می‌دهد که دمای این قسمت از منظومه

به زبان ساده، آفرینش جهان از لحظه‌ای بنام انفجار بزرگ آغاز گردیده است، پیش از آن یعنی زمانی که کلیه مواد در حالت بی‌نهایت فشرده و متراکم قرار داشته‌اند، مرحله‌ای بنام یکنائی جهان *Cosmic Singularity* وجود داشته است. هنگامی که فقط حدود ۲۵ ثانیه از تشکیل یکتا جهان می‌گذشت، دمای آن به حدود ۴ بیلیون درجه سانتیگراد فزونی یافت و تراکم آن به حدود ۲ تن در هر لیتر بالغ گردید و سپس نقش اصلی و سازنده دمای جهان در زمان ۲۵۰ ثانیه به نسبت قابل توجهی افت کرد و در پی آن عنصری بنام دوتریم* *Deuterium* تشکیل یافت و سنتز هسته‌ای *Nucleosynthesis* مزبور زنجیره‌ای از واکنش‌های هسته‌ای را که پدیدآورنده گاز هلیوم *Helium* است بدنبال آورد و پس از یک میلیون سال گاز تیدرژن خنثی پدید آمد که نشانه‌ای از پایان مرحله تشعشع و آغاز پیدایش کهکشان است. تغییرات و ناپایداری‌های ثقلی که از ویژگی‌های این مرحله به شمار می‌رود، تشکیل توده‌های متراکم و پراکنده‌ای را که همان پیش کهکشان‌ها *Proto-Galaxies* هستند بدنبال داشته است.

منظومه خورشیدی از خرد شدن و فروپاشی همین توده‌ها پدید آمده و سیارات نیز همانگونه که اشاره شد بموجب نظراتی چون تئوری پیش سیاره‌ای و یا تئوری خرد سیاره‌ای تشکیل یافته‌اند.



* تی‌توری نام نخستین ستاره‌ای است که این حالت برای اولین بار در آن مشاهده شد.
* * یکی از ایزوتوپ‌های تیدرژن که جرم آن دو برابر تیدرژن معمولی است و به آن تیدرژن سنگین نیز گفته می‌شود.

تکرفی بوده است ، عامل این دگرگونی ها را در فرآیندهای دینامیکی مانند گوداندازی Cratering ، کنش های شیمیایی ، آذرگری Volcanism و فرسایش Erosion باید جستجو کرد ، آگاهی دانشمندان در زمینه تکامل سیارات درونی از سیارات بیرونی بیستر و کامل تر است ،

گوداندازی

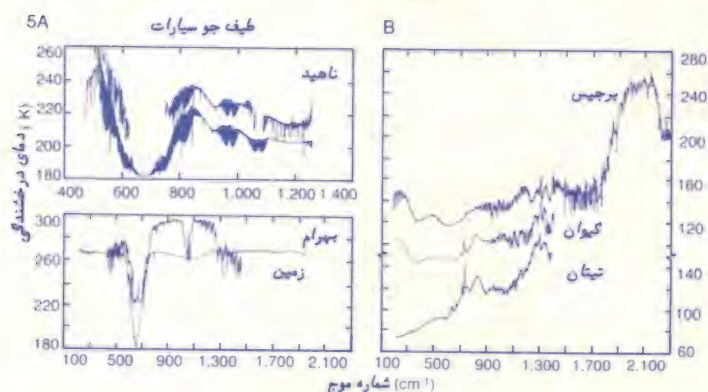
Cratering

یا ایجاد حفره های شیبی را بایستی نخستین گام از مراحل تکاملی سیارات منظومه خورشیدی محسوب داشت . کره ماه که از اثرات فرسایش به دور است ، بهترین و کامل ترین نمونه گوداندازی را عرضه می دارد و مکان نزدیک و مناسبی را برای بررسی گودال های حاصله از برخورد شهابوارها و سنگ های آسمانی در اختیار دانشمندان قرار می دهد . در دشت ها یا دریا های ماه که از سیلاب های تفتالی متعلق به آتشفشانی های حدود ۳۵۰۰ میلیون سال پیش تشکیل یافته است گودهای بسیاری یافت می شود که اندازه آنها به ابعاد شهابوارها و سنگ پاشی که سطح کره مزبور را بمباران کرده اند بستگی دارد ، بطوری که در شکل یکم (گوداندازی) دیده می شود ، بر اثر برخورد پرتابه ای Missile چون یک شهابوار و یا یک سنگ آسمانی به پهنای مانند سطح کره ماه لرزش هایی

فرگشت یا تکامل سیارات

EVOLUTION OF THE PLANETS

چهره سیارات کلا "از آغاز آفرینش تا روزگار ما دستخوش دگرگونی های



چهره کره زمین نیز طبیعتاً طی زمان بمباران بزرگ شدت مورد هدف قرار گرفته و آسیب‌های فراوانی را تحمل نموده است، ولی فرآیندهای دینامیکی دیگری مانند فرسایش و زمینسازش *Tectonition*، بسیاری از این آثار را از میان برداشته و جز تعدادی معدود چیزی از آن به یادگار نگذاشته است، در مقابل، آثار آن را در چهره سیاراتی مانند تیر و بهرام و قمرهای برجیس و کیوان که همچنان دست نخورده باقی مانده‌اند بخوبی می‌توان مشاهده نمود.

پژوهش‌های راداری و نقشه‌برداری از سطح ابرآلود سیاره ناهید یا زهره اثرات فراوانی از فعالیت‌های آذرین و گوداندازی را نمایش می‌دهد. رویهم‌رفته تفاوت‌های گوداندازی سیارات را بایستی در اختلاف سرعت در تکامل آنها و بازتاب اثرات عواملی چون فرسایش و فعالیت‌های آذرین جستجو کرد.

کنش‌های شیمیایی

Chemical Differentiation

فرآیندها پس از انبوهش به یک سری دگرگونی‌های جدی و اساسی منجر گردیده و اثرات گوناگونی در سیارات بجای گذاشته است. در کره ماه، انرژی حاصله از انبوهش بحدی فزونی یافت که نیمی از جرم آن به‌گدازش درآمد و در پی آن توده مرکزی کوچکی بنام هسته‌پدید

بنام امواج لرزه‌ای در سطح مورد اصابت و همچنین در پرتابه ایجاد می‌شود (شکل 1A) و فشار حاصله به تخییر پرتابه منجر می‌گردد و مواد حاصله از برخورد را با سرعت زیاد به بالا پرتاب می‌نماید، در مرحله بعد از سرعت مواد مزبور گاسته می‌شود و دهانه‌های حفره‌مانند ایجاد می‌گردد (شکل 1B)، موادی که از مرکز دهانه به خارج پرتاب شده (شکل 1C) دوباره به سطح هدف باز می‌گردد و حلقه برجسته‌ای در پیرامون دهانه پدید می‌آورد (شکل 1D).

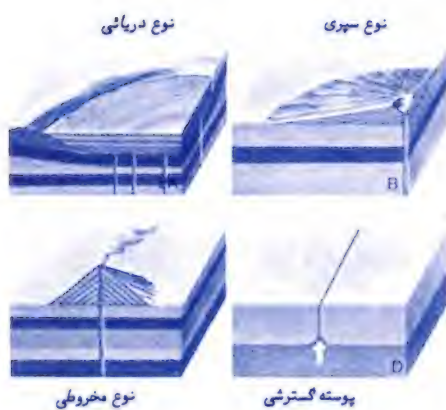
بررسی گودهای سطح ماه از متفاوت بودن شدت بمباران در طول زمان حکایت می‌نماید و گویای آن است که روند این شدت در چهار هزار میلیون سال پیش صد و حتی هزار بار شدیدتر از زمان کنونی بوده است، بمباران شهابی که احتمالاً تا سه هزار میلیون سال پیش با شدت ادامه داشته است در اصطلاح بمباران بزرگ *Great Bombardment* نام دارد.

گاسته شدن از شدت بمباران شهابی نشانه آن است که میزان غبارها و ابری‌های خورشیدی موجود در فضا تا حد محسوسی رو به کاستی نهاده است.

اگر چهره تمام سیارات درونی بهمان نسبتی که ماه بمباران شده، آبله‌گون شده باشد، قاعدتاً بایستی نیمی از جرم‌های موجود در کمربند سیارگان *Asteroid Belt* بمصرف رسیده باشد. براساس همین شواهد،



گوداندازی



نوع دریایی

نوع سهری

آتشفشانی

نوع مخروطی

پوسته گسترشی



گسله واژگون

گسله اریب

صفحه قارهای

زمینساختی

آمد و گریز مواد فرار آغاز گردید .

تحميل ناپذیر دگرگون ساخته است ، حال آنکه گاز مزبور در زمین با پاره‌ای مواد پوسته‌ای درهم آمیخته و کانی‌هائی مانند سنگ آهک ، زغال سنگ و نفت را پدید آورده است . اما در سیاره تیر یا عطارد که به خورشید خیلی نزدیک است گازی بنام جو ابداء وجود نداشته و کره بهرام (مریخ) هم که از جثه نسبتاً کوچکی برخوردار است قادر به نگهداری جو خویش نبوده و تقریباً آن را از دست داده است . در مقابل سیارات غول پیکر منظومه خورشیدی بدلیل جثه عظیم و جرم زیاد ، گازهای فراوانی را در پیرامون خود انباشته‌اند . خلاصه اینکه ، طی نخستین روزگار آفرینش جو سیارات دستخوش دگرگونی‌هائی گردیده‌است (شکل‌های 4) عمل بمباران شهابی و گوندانداری چهره سیارات ، از جمله عواملی است که موجبات پیدایش گازهای فرار را فراهم ساخته است (4A) ، فعالیتهای آذرین نیز یکی دیگر از عوامل پدید آورنده گاز بوده است (4B) ، فعل و انفعالات شیمیائی در هوا و سنگ‌ها را نیز بایستی یکی دیگر از عوامل پدید آورنده گاز محسوب داشت (4C) و گردش هوا از طریق تبخیر و ریزش را نیز از نظر نباید دورداشت (4D) .

وضعیت طیفی سیارات در روزگار ما را می‌توان در (شکل‌های 5) ملاحظه نمود . در شکل مزبور مراحل مختلف تکامل سیارات درونی (5A) و تکامل سیارات بیرونی (5B) دیده می‌شود .

فرسایش پوسنه و پراکندگی و آوار شدن و نهشته گردیدن مواد آن همراه با فعالیتهای آذرین موجبات دگرگونی چهره پاره‌ای سیارات را فراهم آورده‌است (شکل‌های 6) ، نیروی ثقل سیارات به ریزش و لغزش مواد پوسته انجامیده (6A) و عامل باد به فرسودگی و جابجا ساختن آنها کمک نموده است (6B) . آبهای جاری نیز بخش‌هائی از پوسته را تحت تأثیر قرار داده و بستر روانه‌ها را پدید آورده است (6C) .

فزونی دما و گدازش مواد ، فعالیت‌های آذرین گسترده‌ای را در کره مزبور به‌مراه آورد (شکل‌های 2) و تفعال Magma های سیاه‌سنگی Basaltic از هر سودر سطح ماه روان گردید و پستی‌ها و گودی‌ها را لایه ستیری از گدازه‌های آذرین پوشانید (شکل 2A) و عوارضی را بنام دریاهای ماه پدید آورد . بطور کلی شکل عوارضی که از رها شدن تفعال و قرار گرفتن گدازه‌ها ایجاد می‌گردد ، بستگی دارد به : چنانچه تفعال از یک دهانه منفرد به خارج پرتاب گردد و جنس آن نیز رقیق باشد ، آتشفشان پهن و کوتاهی پدید می‌آید که به آن سپر آذرین Volcanic Shield می‌گویند (شکل 2B) و سخت بودن و غلیظ بودن تفعال کوه‌بلند و کشیده‌ای را بنام مخروط آتشفشان Volcanic Cone پدید می‌آورد (شکل 2C) . ولی اگر تفعال از شکافهای ممتد و کشیده‌ای به خارج فوران یابد ، موجبات انبساط و گسترش پوسته را فراهم می‌آورد (شکل 2D) . نحوه آذرگری Volcanism و توالی و عملکرد رویدادها در کره زمین با آنچه در مورد کره ماه گفته شد متفاوت است ، بدینسان که گداختگی مواد به نفوذ کانه‌هائی چون آهن و نیکل به اعماق زمین و انباشته شدن آنها در توده مرکزی یا هسته کمک نمود و تفعال‌هائی که به سطح زمین راه یافته بودند ، پیدایش پوسته آغازین را موجب گردیدند . حرکات توده مرکزی و جنبش‌های بخش‌گوشته که تکنونیک یا زمینسازش نام دارد (شکل‌های 3) ، عوارضی را مانند چین Fold ، گسله Fault (شکل‌های 3A و 3B) و صفحات حامل Tectonic Plates (شکل 3C) را جلوه‌گر می‌سازد .

چرخش سیارات به گرد محور خویش میدان مغناطیسی در پیرامون خود تولید می‌کند که نمونه‌هائی از آن را در اطراف سیاراتی چون زمین ، برجیس یا مشتری ، کیوان و همچنین تیر یا عطارد می‌توان مشاهده نمود .

جو سیارات

Planetary Atmospheres

اینکه بگوئیم جو سیارات دقیقاً در چه زمان و چگونه تشکیل یافته است ، کار بس دشواری است ، ولی چیزی که مسلم است این است که جو آغازین سیارات با جو کنونی آنها کاملاً متفاوت بوده است .

قراینی در دست است گویای آن که گازهای مراحل نخستین پیدایش سیارات که بدون تردید طی فعالیتهای آذرین پدید آمده‌اند ، طی فرآیندی بنام گاز رهائی Degassing از میان رفته‌اند .

جو اولیه زمین که به روزگار نوباوگی کره خاکی ما تعلق داشته است ، به احتمال زیاد آمیزه‌ای از بخار آب ، تیدرژن ، تیدرژن کلراید ، منواکسید کربن ، دی‌اکسید کربن و نیتروژن بوده که تیدرژن آن اکثراً به فضای اطراف پراکنده گردیده و اکسیژن آن نیز اغلب با گاز هائی چون متان و منواکسید کربن و کانی‌های بلورین درهم آمیخته بوده و فقط بخش اندکی از آن بصورت آزاد وجود داشته است .

روی پهمرفته وضعیت و موقعیت سیارات منظومه خورشیدی در پراکتش و یا انبوهش و تحولات بعدی جو آن‌ها مؤثر بوده است . بطور مثال فزونی گاز دی‌اکسید کربن در سیاره ناهید به افزایش چشمگیر دمای سطح آن سیاره انجامیده و کره مزبور را در قیاس با حیات زمینی به دوزخی

و سیارات از جمله آرزوهای دیرین بشر محسوب می‌شود و به روزگارهای بسیار گذشته باز می‌گردد.

لوسین *Lucian* طنزنویس یونانی در قرن دوم میلادی داستانی درباره سفر به کره ماه به رشته تحریر درآورده و یوهان کپلر *Johannes Kepler* ستاره‌شناس نامدار آلمانی در سال ۱۶۳۴ طی داستانی تخیلی، فضاوردی را بر دوش دیو مهربانی که تنورده‌کشان به آسمانها پرواز می‌کرد، به‌کره ماه فرستاد.

خوشبختانه این رویاها در قرن بیستم با سرعت شگفت‌انگیزی به حقیقت پیوست و افق‌های علمی انسان در کمتر از سه دهه به سراسر منظومه خورشیدی گسترش یافت و گوشه‌ها و زوایای جهان ناشناخته خورشیدی به‌زیر بالهای خاکیان بلند پرواز قرار گرفت.

کاوش منظومه خورشیدی

EXPLORATION OF THE SOLAR SYSTEM

Space Voyages

سفرهای فضایی

چهارم اکتبر سال ۱۹۵۷ را بایستی سرآغاز عصر فضا محسوب داشت، زیرا در این تاریخ نخستین ماهواره روسی بنام اسپوتنیک ۱ *Sputnik* به فضا پرتاب گردید و دیده‌های کنج‌ها و انسان را به‌همراه خویش به درون

مسئله دستیابی به جهان‌های دور دست و آگاهی از چگونگی ستارگان



کاوش سیارات

نخستین گام سفرهای فضایی با فرستادن ماهواره به گرد زمین (۱)، آغاز شد. روانه کردن مهندسی‌های گوناگون به کره ماه (۲) و آزمایش سیستم‌های ردگیری و مخايراتی و فرود آرام آنها بر سطح کره ماه، گام بعدی در مسافرت به سیارات خاکی است. فرستادن فضاپیماهای مارینر ۲ به سیارات نزدیک زمین (۳) و فرود آرام آن بر سطح ناهید و همچنین روانه ساختن مارینر ۱۰ در سال ۱۹۷۳ و استفاده از نیروی ثقل ناهید برای حرکت به سوی تیر و فرود آرام ناو وایکینگ ۱ بر سطح بهرام، مطمئن بودن شیوه‌ها و سیستم‌ها را تأیید نمود و بر جرات انسان برای دستیابی به سیارات دورتر افزود. مأموریت کاوش سیارات بیرونی به ناوهای پایونیر و وایکینگ واگذار گردید (۴). پایونیر ۱۰ در سال ۱۹۷۳ کاتلا" به برجیس نزدیک شد و پایونیر ۱۱ علاوه بر برجیس به دیدار کیوان شتافت. فضاپیماهای وایکینگ ۱ که کوتاهترین راه را برگزیده بود، نخست در سال ۱۹۷۹ به برجیس رسید و در سال ۱۹۸۰ از کیوان دیدار کرد و وایکینگ ۲ که راه طولانی‌تری را در پیش گرفته بود، در سال ۱۹۸۹ از نیپتون دیدار نمود.

در دستیابی به سیاره‌های ناهید (زهره) سال ۱۹۶۲، بهرام (مریخ) سال ۱۹۶۵ و برجیس (مشتری) سال ۱۹۷۳ اهمیت مدار انتقال هومین بخوبی آشکار گردید و به ویژه هنگامیکه از نیروی ثقل سیارات سر راه برای سرعت بخشیدن و به جلو راندن فضا ناوها یاری گرفته شد بر جرأت و جسارت انسان افزود و وی را برای تسخیر سیارات دورتر از برجیس آماده ساخت ، مارینر ۱۰ *Mariner* نخستین ناوی است که با استفاده از همین شیوه در دسامبر ۱۹۷۳ به فضا روانه گردید ، سرعت مارینر ۱۰ طوری محاسبه شده بود تا مسیر آن پس از ورود به مدار ناهید و دیدار با آن به یک بیضی بسته تبدیل شود و سپس تحت تأثیر ثقل ناهید به مدار تیر (عطارد) وارد گردد و به دنبال آن به دیدار خورشید بشتاید ، این سفر اطمینان بخش بودن شیوه مزبور را بخوبی آشکار ساخت و به دنبال آن یکی از مهم ترین و مطلوب ترین سفرهای فضائی قرن بیستم آغاز گردید .

سال ۱۹۷۷ که شرایط نادری در وضع قرار گرفتن سیارات بیرونی حاکم بود (این وضعیت فقط هر ۱۷۶ سال یک بار تکرار می شود) . کارشناسان را بر آن داشت تا با بهره گیری از این شرایط به یکی از جسورانه ترین و طولانی ترین سفرهای فضائی دست زنند و دیدار سیارات برجیس ، کیوان ، اورانوس

فضا برد ، تحولات بعدی با سرعت انجام یافت و ماهواره ها و مهنوردهای پیشرفته و گوناگون یکی پس از دیگری برای کاوش کره ماه به فضا روانه گردید و سرانجام در ژوئیه ۱۹۶۹ با پیاده شدن انسان در سطح کره ماه به اوج خود رسید .

فرستادن ناوهای فضائی به سیارات منظومه خورشیدی به محاسبات پیچیده و رعایت نکات و ریزه کاری های خیلی دقیق نیازمند بوده و نقش زمان و محاسبه هر چه دقیق تر آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است .

برای رسیدن به سیارات لازم است تا ناوهای فضائی مسیر بیضی شکلی را که یک سر آن نقطه پرتاب واقع در مدار زمین و سر دیگر آن نقطه ای از مدار سیاره مورد نظر است ، طوری بپیمایند که سیاره مورد نظر را در آن نقطه دیدار نمایند و یا تحت تأثیر ثقل آن تغییر جهت داده و به سوی سیاره و یا نقطه دیگری از فضا روان گردند .

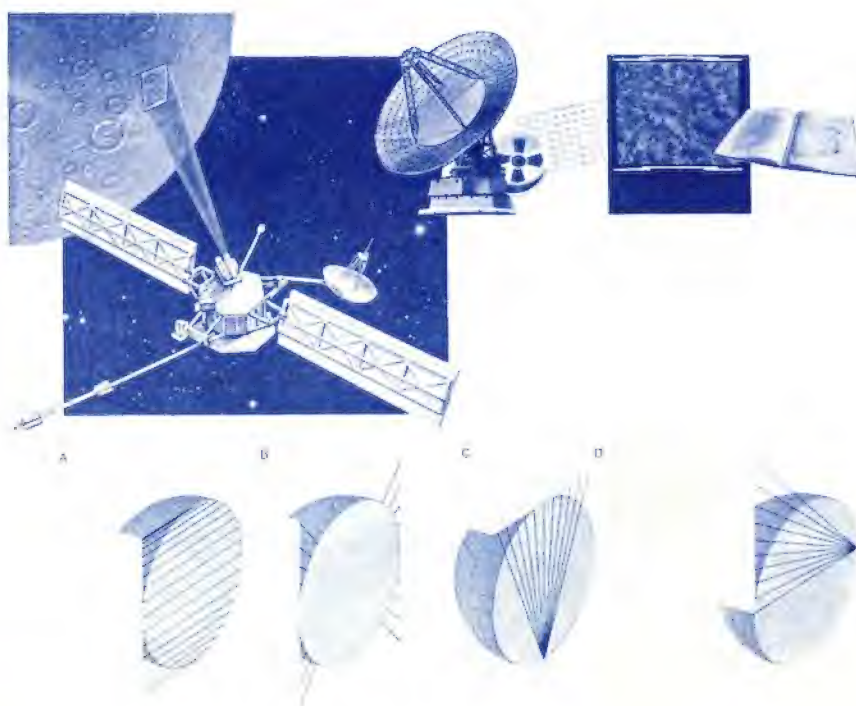
مسیر مزبور که اصطلاحاً " مدار انتقال هومین *Hohmann Transfer Orbit* نامیده می شود ، در سفرهای فضائی نقش ارزنده ای داشته و محاسبه هر چه دقیق تر زمان از ویژگی های آن بشمار می آید .

عکسبرداری

کار عکسبرداری در بیشتر فضا ناوها بوسیله دوربین های تلویزیونی نوع درجیای انجام می شود . هر تصویر فضائی از ۶۴۰،۰۰۰ جزء کوچک که پیکسل *Pixel* نام دارد ، ترکیب می یابد . وضوح و روشنی هر پیکسل بوسیله سنسار *sensor* هایی اندازه گیری می شود و بصورت عده های هشت رقمی مضاعف ارزیابی می گردد . ارقام مزبور به ایستگاه گیرنده زمینی مخابره شده و به کمک رایانه *Computer* به تصویر مبدل می شود . عکس های رنگی بوسیله تصویرهای تک رنگی که از فیلترهای گوناگون عبور داده می شوند ، بدست می آیند .

تهیه نقشه

- A- سیستم تصویر اورتوگرافی ، سطح کره را به یک صفحه تخت و مستوی مبدل می سازد (بهمان گونه که کره ماه از زمین دیده می شود) .
- B- سیستم تصویر استوانه ای مرکاتور ، پیچش ها را متناسب با افزایش عرض جغرافیائی به حداقل می رساند .
- C- سیستم تصویر استروگرافی ، هنگام ضرورت حذف پیچش های مناطق قطبی بکار می رود . در این شیوه صفحه تصویر بر قطبها مماس می گردد .
- D- برای تهیه نقشه از یک نیمکره ، صفحه تصویر را بر خط نیمگان (استواء) مماس می کنند و از نقطه مقابل عمل تصویر را انجام می دهند . این سیستم در تهیه نقشه نیمکره های سیاره تیر بکار می رود .



و نپتون را در برنامه کار خویش قرار دهند ، در نیل به این هدف فضا ناو وایجر ۲ Voyager که در ۲۰ اوت ۱۹۷۷ به فضا روانه گردیده بود ، در ژوئیه ۱۹۷۹ به مدار برجیس وارد شد و دو سال بعد یعنی در اوت ۱۹۸۱ با کیوان دیدار کرد و در ژانویه ۱۹۸۶ با سیاره اورانوس ملاقات نمود و هم اکنون فضای بین اورانوس و نپتون را درمی نوردد تا در سال ۱۹۸۹ سیاره نپتون را نیز در برابر دید آدمیان قرار دهد*

ارتباط های رادیویی و ردگیری

Communications

افزون بر پیشرفت های فنی که در مأموریت هایی چون پیاده شدن انسان بر سطح ماه و یا فرود آرام فضا ناوها بر سطح ناهید و بهرام بدست آمده است ، شیوه های مخابراتی بکار گرفته شده و مسئله ردگیری و برقراری ارتباط با مهندورها و فضا ناوها نیز در مکان ویژه ای از اهمیت قرار دارند و تحولات و پیشرفت های شگرفی که در این زمینه حاصل گردیده است در خور اشاره و بررسی می باشد . اهمیت مسئله برقراری ارتباط بیشتر زمانی جلب توجه می کند که از محدودیت فضا ناوها از نظر وزن و اندازه برای نصب باتری ها و مولدها و فرستنده ها و گیرنده های رادیویی و تلویزیونی آگاه باشیم و از طرفی کارآئی سیستم های رادیو تلویزیونی را در فواصل آن چنان دور که علائم رادیویی را با تأخیری معادل ۴۰ دقیقه** دریافت می دارند ، در نظر داشته باشیم و از سوی دیگر اختلالات رادیویی حاصله از امواج مزاحم کیهانی و امثال آن را از نظر دور نداریم .

در فضا ناوهای وایجر علاوه بر سیستم های تلویزیونی و ویدئویی که در ارتباط مستقیم با رایانه Computer های مستقر در ایستگاه زمینی (برای تبدیل و برگردانیدن علائم رادیویی به تصویر) می باشند ، سیستم های رادیویی با دو فرکانس X و S کار می کنند . باند X فقط برای دریافت پیام بکار می رود و از باند S هم برای ارسال و هم برای دریافت پیام های رادیویی استفاده می گردد .

بطور کلی در تمام فضا ناوها ، عمل ردگیری و ارتباط بوسیله ایستگاه های کهدرکانبرا Canberra (استرالیا) ، مادرید Madrid (اسپانیا) و گلدستون Goldstone (واقع در آمریکا) مستقر هستند صورت می پذیرد . موقعیت ایستگاه های مزبور از نظر جغرافیائی چنان است که همواره فضا ناوها می توانند با حداقل یکی از آنها در ارتباط باشند .

میزان پیشرفت ما در پژوهش های آینده در زمینه شناخت جو اقمار و سیارات به میزان پیشرفت و کارآئی تلسکوپ های فضائی که نمونه ای از آن قرار است به زودی به فضا روانه گردد ، بستگی دارد .

* عظمت فواصل و ایعاد جهان خورشیدی زمانی مجسم خواهد شد که بدانیم نور و علائم رادیویی با سرعتی معادل سیصد هزار کیلومتر در ثانیه حرکت می کنند . م

** این برنامه نیز بخوبی انجام شد و فضا ناو مزبور در ۲۵ اوت ۱۹۸۹ از نپتون دیدار کرد . (به بخش پایانی کتاب مراجعه شود) م

خورشید

THE SUN



در بیرونی‌ترین لایه که ۱۵ تا ۲۰ درصد شعاع خورشید را به خود اختصاص داده است، انتقال انرژی عمدتاً به شیوهٔ فراروش *Convection* انجام می‌یابد و به همین مناسبت لایه مزبور را منطقه فراروی یا *Convective Zone* می‌نامند

در بالای منطقه فوق، لایه رخشانکره قرار دارد که در شرایط مطلوب می‌توان آن را به صورت مجموعه‌ای از دانه‌های درخشان مشاهده نمود، دانه‌های مزبور که غالباً چند ضلعی هستند و به وسیله دیواره‌های نازک و تاریکی از هم جدا شده‌اند، نشانه وجود حباب‌های گاز گداخته‌ای هستند که عمل انتقال حرارت از درون خورشید به سطح آن را برعهده دارند. در مقیاس وسیع‌تر، شبکه‌ای از اتاقک‌های ابردانه *Supergranular* ای دیده می‌شود که هر کدام از صدها دانه درخشان تشکیل یافته و ریشه‌های ژرف آنها تا منطقه فراروی، پائین رفته است.

بر فراز رخشانکره لایه رقیقی به نام رنگینکره *Chromosphere* وجود دارد که ضخامت آن به چند هزار کیلومتر می‌رسد. دما در قسمت‌های زیرین رنگینکره حدود ۴۳۰۰ کلوین است که متناسب با افزایش ارتفاع بر میزان آن افزوده می‌گردد و تا منطقه رقیق انتقال *Transition Region* ادامه می‌یابد. و با عارضه‌ای به نام تاج خورشیدی *Corona* که رقیق‌ترین بخش خورشید است در هم می‌آمیزد. تراکم لایه رنگینکره در بخش‌های زیرین حدود ۱۰^{۱۱} کیلوگرم در مترمکعب است و بخش‌های بالائی آن تا چندین برابر شعاع خورشید در فضا گسترش می‌یابد. ارتفاع منطقه انتقال که نسبت به نقاط مختلف سطح خورشید متفاوت است، به طور متوسط حدود ۲،۰۰۰ کیلومتر است.

تاج خورشیدی دارای دمای فوق العاده زیادی است که بین یک میلیون تا پنج میلیون کلوین تخمین زده می‌شود، اما از آنجائی که تراکم آن در مقایسه با رخشانکره خیلی کم است، دمای آن نیز از لایه مزبور کمتر می‌باشد. در واقع فقط حدود یک میلیونیم پرتوهای مرئی خورشید از طریق تاج خورشیدی پراکنده می‌گردد و بقیه مستقیماً از رخشانکره ساطع می‌شود.

در شرایط عادی دیدن رنگینکره و تاج خورشیدی بدون دستگاه‌های مخصوص ممکن نیست، ولی هنگام خورگرفت کامل *Total Sun Eclipse* قسمت‌های مزبور مستقیماً در معرض دید قرار می‌گیرند. فراتر از تاج خورشیدی منطقه مغناطیکره *Magnetosphere* و باد خورشیدی *Solar Wind* که جویباری از ذرات اتمی است قرار دارد که از سوی خورشید به فضای میان سیارات روان است.

خورشید ستاره فعالی است که گاهگاه عوارض شگفتی بنام مشعل‌های انفجاری *Explosive Flares* و زبانه‌های خورشیدی *Prominences* که توده‌های گداخته و درخشان ابرمانندی هستند در سطح آن دیده می‌شود، مطالب بالا را در صفحات آینده به تفصیل بررسی خواهیم کرد.

Physical Data

۱۰۳۹۲۰۵۳۰ کیلومتر

۱/۴۱۴×۱۰^{۲۷} مترمکعب

۱/۹۸۹۱×۱۰^{۳۰} کلوگرم

قطر

حجم

جرم

ویژگی‌های خورشید

CHARACTERISTICS OF SUN

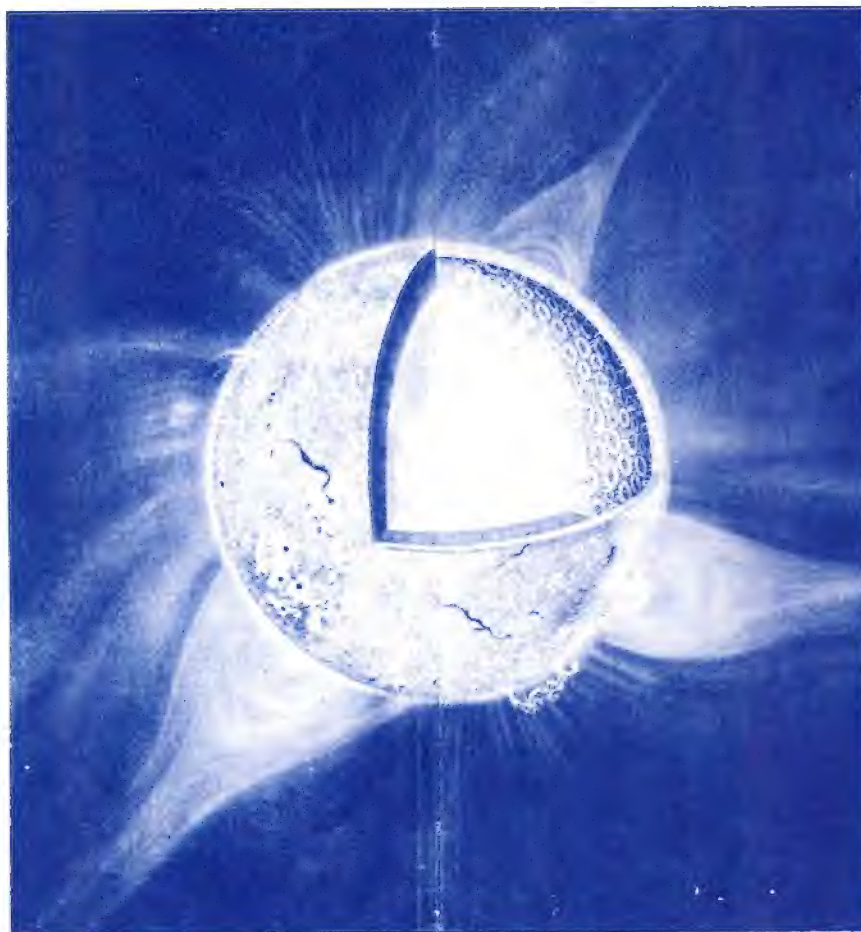
(کره خورشید توده گازی است مرکب از چند لایه که لایه خارجی یا سطح مرئی آن را رخشانکره *Photosphere* یا کره درخشان می‌نامند، این لایه برخلاف کره زمین پوسته‌ای خاکی و جامد نیست بلکه گاز پوشه‌ای است به سبب برای حدود ۴۰۰ کیلومتر که پرتوهای خورشید را از خود ساطع می‌سازد. در زیر رخشانکره لایه فوق العاده داغ و گداخته‌ای وجود دارد که فروغ خیره‌کننده رخشانکره مانع از دیدن آن می‌گردد.

شعاع خورشید از مرکز تا سطح رخشانکره ۶۹۶،۲۶۵ کیلومتر است و آفتاب که محصولی از واکنش‌های هسته‌ای است، نیروی بسیار عظیم نهفته در توده داغ و متراکم مرکزی را که حدود ۰/۲۵ شعاع خورشید به آن اختصاص یافته است، به تدریج رها می‌سازد.

توده مرکزی که در شعاعی حدود ۱۷۵،۰۰۰ کیلومتر از مرکز خورشید قرار گرفته است (این رقم هنوز محقق نشده) دارای دمای حدود ۱۵ میلیون کلوین بوده و تراکم آن چیزی برابر ۱۶۰،۰۰۰ کیلوگرم در مترمکعب است، بخش میان توده مرکزی و رخشانکره از دما، فشار و تراکم کمتری برخوردار است و واکنش‌های هسته‌ای آن در مقایسه با توده مرکزی ناچیز است.

تشعشعات γ و x که به صورت رخشانکره*های با طول موج کوتاه سرشار از نیرو در توده مرکزی نهفته است، منبع انرژی بس عظیمی را تشکیل می‌دهند. رخشانکره‌های مزبور نخست چندین بار به وسیله بخش‌های درونی خورشید جذب و دفع شده و سپس پراکنده می‌گردند و با فاصله‌گیری از کره خورشید از میزان انرژی آنها کاسته می‌شود. فرآیند مکرر جذب و پراکنش و درخشش رخشانکره‌ها در لایه‌ای به نام منطقه پرتوافکن *Radiative Zone* به وقوع می‌پیوندد که شعاع آن بین ۰/۲۵ تا ۰/۸۵ شعاع خورشید است. رخشانکره‌های مزبور پس از طی فرآیندهای بالا به تدریج از اشعه γ و x به اشعه فرابنفش *Ultraviolet* تبدیل می‌شوند و سرانجام به صورت پرتوهای مرئی از رخشانکره پراکنده می‌گردند.

دمای موجود در لایه فراتر از ۰/۸۵ شعاع خورشید موجبات به دام افتادن الکترون‌ها به یونیزه آنها را که از عناصر سنگین‌تری تشکیل یافته‌اند فراهم آورده و بخشی از اتم‌های یونیزه را که در به دام انداختن رخشانکره‌ها بسیار مؤثرند، پدید می‌آورد. در نتیجه، مواد موجود در لایه مزبور کدرتر گردیده و از خروج تشعشعات از خورشید جلوگیری می‌کنند، میزان دما در این لایه به حدی است که باعث غلیان گازها گردیده و شبکه‌ای از حباب‌های گاز گداخته را به نام اتاقک‌های انتقال *Convective Cells* که انرژی حرارتی بخش‌های زیرین را به وسیله تشعشع به بالا منتقل می‌سازند، پدید می‌آورد.



قدرت میدان مغناطیسی :

لکه‌های خورشیدی	۳۰۰۰ گاوس
میدان قطبی	۵ گاوس
شبه درخشان رنگینکوه	۲۵ گاوس
کاره‌های رنگینکوه	۲۰۰ گاوس
رانه‌های خورشیدی	۱۰۰-۱۰ گاوس

ترکیبات شیمیایی رخشانکوه :

عنصر	درصدوزن
تیدروزن	۷۳/۴۶
هلیوم	۲۴/۸۵
اکسیژن	۰/۷۷
کربن	۰/۲۹
آهن	۰/۱۶
نئون	۰/۱۲
نیترژن (ازت)	۰/۰۹
سیلیکون	۰/۰۷
میزبوم	۰/۰۵
گوگرد	۰/۰۴
غیره	۰/۱۰

تراکم : (معیار سنجش، آب=۱)

تراکم متوسط خورشید	۱۰۴۱۰ کیلوگرم در متر مکعب
مرکز خورشید	$1/6 \times 10^5$ کیلوگرم در متر مکعب
سطح (رخشانکوه)	10^{-6} کیلوگرم در متر مکعب
رنگینکوه	10^{-9} کیلوگرم در متر مکعب
ناح‌های کوتاه	10^{-13} کیلوگرم در متر مکعب

تشعشعات خورشیدی :

خورشید سراسری	$3/86 \times 10^{23} KW$
سطح واحدی از پهنه خورشید	$6/29 \times 10^4 KWm^{-2}$
میزان دریافتی در لایه‌های فوقانی جو زمین	$1,368 Wm^{-2}$

درخشش سطحی خورشید (رخشانکوه) :

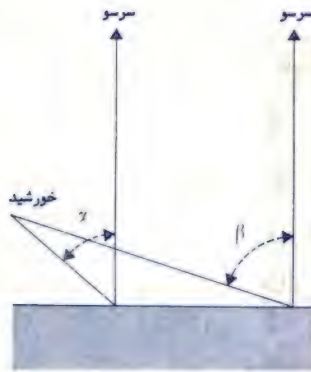
در مقایسه با ماه در حالت بدر	۳۹۸,۰۰۰ برابر
در مقایسه با تاج‌های درونی	۳۰۰,۰۰۰ برابر
در مقایسه با تاج‌های بیرونی	10^{10} برابر

دما :

درونی (مرکز)	۱۵,۰۰۰,۰۰۰ کلوین
سطحی (رخشانکوه)	۶,۰۵۰ کلوین
قسمت سایه (سایه) لکه‌های خورشید	۴,۰۲۴۰ کلوین
قسمت نیم سایه (نیم سایه) لکه‌های خورشیدی	۵,۰۶۸۰ کلوین
رنگینکوه	۴,۰۳۰۰ تا ۵۰,۰۰۰ کلوین
تاج‌های خورشیدی	۸۰۰,۰۰۰ تا ۵۰,۰۰۰,۰۰۰ کلوین

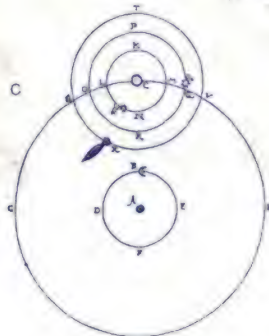
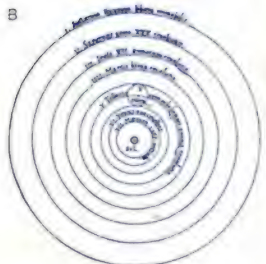
چرخش خورشید (آنچنانکه از زمین دیده می‌شود) :

در استواء خورشید	۲۶/۸ روز
در عرض ۳۰ درجه خورشید	۲۸/۲ روز
در عرض ۶۰ درجه خورشید	۳۰/۸ روز
در عرض ۷۵ درجه خورشید	۳۱/۸ روز

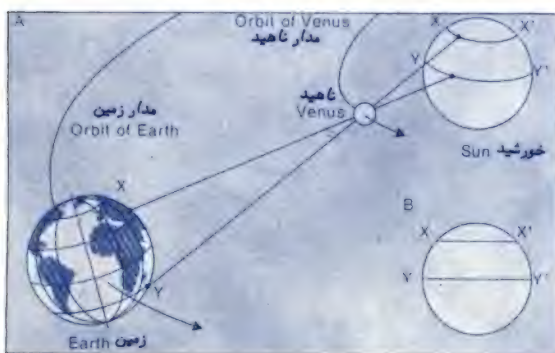


۱- آزمایش آناکساگوراس
آناکساگوراس فیلسوف یونانی (۴۹۹ تا ۴۲۷ پیش از میلاد) برایین پندار بود که خورشید توده‌ای است از سنگهای آتشین و اندازه آن برابر شیء جزیره‌ای در جنوب یونان است. او با تخت و سطح انگاشتن زمین، زاویه‌های α و β را از دو نقطه زمینی که فاصله آنها معلوم بود اندازه گرفت و مسافت خورشید از زمین را به شیوه‌مثلاثی محاسبه نمود، غافل از اینکه اختلاف زوایای α و β به‌ناحنا، زمین مربوط بود و بفاصله خورشید بستگی ندارد.

۲- نخستین منظومه‌های کیهانی
در کیهان بطلمیوس، زمین بوسیله یک سری کرات متحدالمرکز که سیارات و ستارگان روی آن قرار گرفته‌اند (شکل A) محاصره شده است. در منظومه کوپرنیک (شکل B) خورشید در مرکز کیهان قرار دارد. و در منظومه تیکوپرا (شکل C) ستاره شناس دانمارکی (که ترکیبی از منظومه‌های بالاست، زمین در مرکز جهان و سیارات در پیرامون خورشید در گردشند. (شکل C)



۳- عبور ناهید و فاصله خورشید
هنگامیکه سیاره ناهید میان زمین و خورشید قرار می‌گیرد (شکل A)، ایستگاههای X و Y زمینی سیاره مزبور را آن چنان می‌بینند که گویا روی خط‌های XX' و YY' واقع بر قرص خورشید عبور می‌کند. (شکل B) با اندازه‌گیری فاصله زمانی میان لحظه ورود ناهید به سطح خورشید و لحظه خروج آن از خورشید، می‌توان طول دقیق خط‌های XX' و YY' را محاسبه نمود و بکمک آن اختلاف زاویه‌ای میان خطوط مزبور را بدست آورد. با توجه به قوانین کپلر، فواصل نسبی زمین و ناهید از خورشید و همچنین محاسبه زاویه دیدگشت (اختلاف منظر) ناهید از دو ایستگاه زمینی X و Y که فاصله آنها معلوم است، اندازه‌گیری فاصله خورشید از زمین امکان‌پذیر خواهد شد.



تاریخچه شناخت خورشید

OBSERVATIONAL BACKGROUND

Location of the Sun
موقعیت خورشید: نظریه‌های زمین مرکزی و خورشید مرکزی

تمدن‌های باستان بر این گمان بودند که زمین در مرکز جهان قرار دارد. بر اساس این عقیده که نظریه زمین مرکزی *Geocentric* نام داشته و بوسیله یونانیان باستان پشتیبانی گردیده است، خورشید و ماه و سیارات و ستارگان روی دایره‌های متحدالمرکزی به گرد زمین در گردشند. نظریه زمین مرکزی در میانه‌های سده دوم پس از میلاد بوسیله کلودیوس بطلمیوس *Claudius Ptolemaeus* طی کتابی به نام *Almagest* چاپ و منتشر گردید و بیش از هزار سال بر جهان علم فرمانروائی کرد.

با وجودیکه قرن‌ها پیش از بطلمیوس فیلسوفهای چندی بویژه چون آریستارخوس یا ارسطرخس (۳۱۰ تا ۲۳۰ پیش از میلاد) نظریه زمین مرکزی را به زیر پرسش برده و گردش زمین و سیارات را در پیرامون خورشید مورد تأیید قرار داده بودند، مع‌الوصف نظرات آنان نه‌تنها هواخواهانی پیدا نکرد، بلکه با شدت و حرارت هرچه بیشتر بوسیله معاصرینشان رد گردید و نظریه خورشید مرکزی *Heliocentric* تا سده شانزدهم میلادی هیچگاه مورد پذیرش جدی قرار نگرفت و هیئت بطلمیوس را یک‌تاز میدان علم ساخت.

در سال ۱۵۴۳ نیکلای کوپرنیک *Nicolaus Copernicus* (۱۴۷۳ تا ۱۵۴۳ میلادی) ستاره‌شناس لهستانی که طرح خورشید مرکزی را از بوتله فراموشی بدرآورد و آن را با جزئیات بیشتر و کامل‌تر عرضه داشته بود، با مخالفت سخت انجمن‌های علمی به‌ویژه کلیسا روبرو شد و حتی اندیشمندانی چون گالیله (۱۵۶۴ تا ۱۶۴۲ میلادی) را که به هواخواهی از آن برخاسته بودند، ظاهراً به توبه و استغفار واداشت. سرانجام یوهان کپلر *Johannes Kepler* (۱۵۷۱ تا ۱۶۳۰ میلادی) ستاره‌شناس نامدار آلمانی، نظریه زمین مرکزی را با قاطعیت تمام کنار گذاشت و با وضع قوانین معروف خویش، نظریه خورشید مرکزی را جانی تازه بخشید و با سیاراتی که بر پایه قوانین کپلر به دور خورشید به گردش درآمده بودند، چهره‌ای نوینی از جهان منظومه خورشیدی تصویر نمود و جهانیان را به پذیرش منطقی آن واداشت.

Nature, Distance & Size of the Sun
طبیعت، فاصله و اندازه خورشید

کهن‌ترین توصیف طبیعت خورشید احتمالاً به یونانیان باستان تعلق دارد. آناکساگوراس *Anaxagoras* فیلسوف یونانی (۴۹۹ تا ۴۲۷ پیش از میلاد) خورشید را توده‌ای از سنگهای گداخته پنداشته و اندازه آن را با

شبه‌جزیره پلپوننوس *Peloponnesus* واقع در جنوب یونان برابر دانسته است.

آریستارخوس *Aristarchus* یا ارسطرخس یونانی برای نخستین بار در سال ۲۷۰ پیش از میلاد به ستاره بودن خورشید پی برد و فاصله میان آن را با زمین به‌کمک شیوه‌های هندسی و به یاری اندازه‌گیری زاویه میان خورشید و ماه در حالت‌های تربیع اول و تربیع آخر بدست آورد و فاصله خورشید از زمین را نوزده برابر فاصله ماه تا زمین تعیین نمود. هیپارخوس *Hipparchus* در قرن دوم پیش از میلاد آزمایش‌های بالا را مرتبه‌ای دیگر تکرار نمود و مسافت خورشید تا زمین را حدود ۱۰ میلیون کیلومتر محاسبه کرد و همچنین اندازه خورشید را حداقل هفت برابر زمین اعلام داشت.

قطبیت ستاره بودن خورشید در قرن شانزدهم میلادی تأکید گردید و ستاره‌شناسان سده هفدهم از فاصله سیارات از زمین سود جستند و مسافت خورشید از زمین را با دقتی که از واقعیت‌های امروزی چندان هم دور نیست، محاسبه نمودند. در سال ۱۶۷۲ ژ.د. کاسینی *J. D. Cassini* ستاره‌شناس ایتالیایی، فاصله سیاره بهرام را به‌کمک شیوه دیدگشت یا اختلاف منظر *Parallax* بدست آورد و از این راه به‌رقم ۱۳۸،۳۷۰،۰۰۰ کیلومتر برای مسافت خورشید دست یافت.

در مواقع نادری که سیاره ناهید از میان زمین و خورشید عبور می‌کند، رد پای آن به‌صورت نقطه سیاه کوچکی بر سطح خورشید دیده می‌شود، در چنین هنگامی اندازه‌گیری زاویه دیدگشت ناهید، محاسبه مسافت خورشید تا زمین را امکان‌پذیر می‌سازد، به‌همین مناسبت از عبور *Transit* سال‌های ۱۷۶۱ و ۱۷۶۹ سیاره ناهید در اندازه‌گیری فاصله خورشید از زمین استفاده شد و جرج آیری *George Airy* دانشمند انگلیسی به‌کمک اندازه‌گیری زاویه دیدگشت عبور سال ۱۸۸۲ سیاره ناهید به‌رقم ۱۶۲،۰۰۰،۱۵۰ کیلومتر دست یافت. زاویه دیدگشت سیارگانی *Asteroids* که حین گردش به دور خورشید، به زمین نزدیک می‌گردند نیز به‌دستیابی واقعیات کمک نمود و استفاده از شیوه رادار *Radar* در سال‌های اخیر رقم ۱۴۹،۵۹۷،۰۸۹۲ کیلومتر را رسمیت بخشید و ضمناً به‌کمک همین شیوه قطر خورشید برابر ۱،۳۹۲،۵۳۰ کیلومتر اندازه‌گیری شد.

لکه‌های خورشیدی

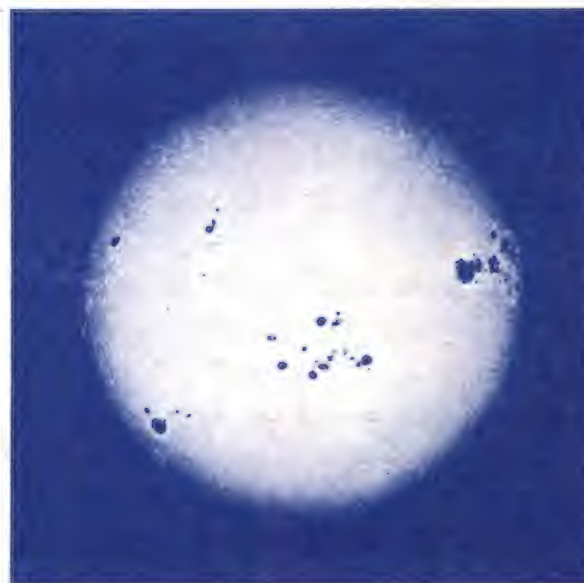
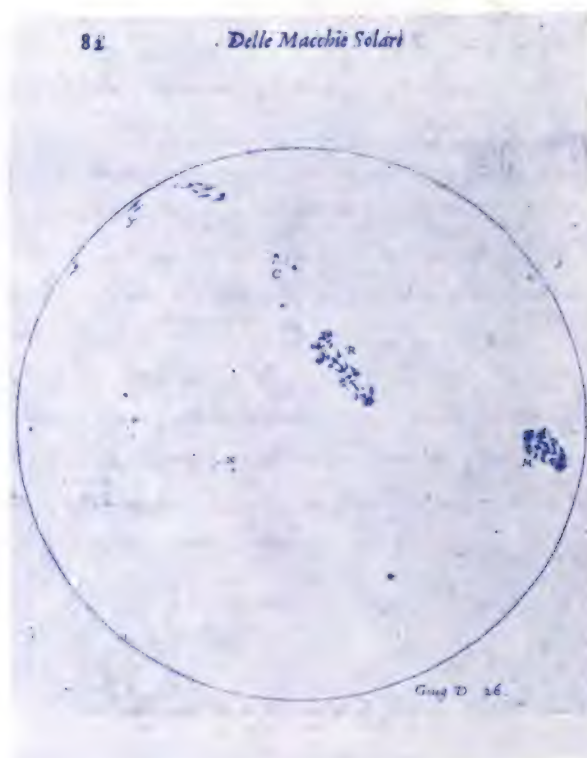
Sunspots

گرچه پندار همگان ظاهراً بر آن است که سطح خورشید صاف و صیقلی و همچون آینه درخشان و خالی از لکه است، اما حقیقت جز این است و حتی چشمان غیر مسلح نیز قادرند لکه‌های تاریکی را که تاریخچه شناخت آنها به حدود ۲۰۰۰ سال پیش بازمی‌گردد، در چهره درخشان خورشید ملاحظه کنند. آثار مستندی در دست است که نشان می‌دهد، چینیان باستان در حدود سال‌های ۱۶۵ تا ۲۸ پیش از میلاد مسیح لکه‌هایی در سیمای خورشید یافته‌اند و چگونگی آن را به وجود احتمالی پاره‌ای اشیاء و اجرام آسمانی در فاصله میان زمین و خورشید مربوط دانسته‌اند.

اختراع دوربین نجومی بر شمار ستاره‌شناسانی که به دیدار خورشید مشتاق بودند، افزود و گالیله را در نوامبر ۱۶۱۰ میلادی قادر ساخت تا لکه‌ها یا کلف‌های خورشیدی را مورد بررسی قرار دهد و به چرخش خورشید

۴- گالیله و لکه‌های خورشیدی

کلف‌های خورشیدی تاریک و سیم تاریک در شکل زیر که در سال ۱۶۱۳ میلادی بوسیله گالیله رسم گردیده است، بخوبی دیده می‌شود. گالیله لکه‌های مزبور را نخستین بار سه سال قبل از رسم این شکل یعنی در سال ۱۶۱۰ مشاهده نموده است.



۵- نخستین عکس خورشید

عکس‌هایی که در قرن نوزدهم میلادی از خورشید گرفته شده، از کیفیت قابل توجهی برخوردار است. در عکس بالا که به وسیله ال.م. روترفورد *L.M. Rutherford* در ۲۱ سپتامبر ۱۸۷۰ تهیه شده، لکه‌های خورشیدی به روشنی تمام نمایان است.

بوسیله اچ فیزو *H. Fizeau* و آل فوکو *L. Foucault* فرانسوی تهیه گردید و در سال ۱۸۵۱ برکوفسکی *Berkowski* از یک خورگرفت (کسوف) کامل با موفقیت عکسبرداری نمود. در سال ۱۸۹۲ جرج الری هیل *George Ellery Hale* دستگاهی به نام خورطیف نگار *Spectroheliograph* را اختراع کرد و بدینکام آن سراسر قرص خورشید را به آسانی مورد بررسی قرار داد و بدینسان دیدار خورشید را که سابقاً فقط به خورگرفت‌های کامل منحصر می‌بود، در سایر اوقات نیز امکان‌پذیر ساخت و افزون بر آن شناخت پدیده‌هایی مانند زبانه‌ها و شعله‌های خورشیدی را نیز تسهیل نمود. دستگاه تاجنگار *Coronagraph* در سال ۱۹۳۰ بوسیله برنارد لیوت *Bernard Lyot* فرانسوی اختراع گردید و ستاره‌شناسان را یاری نمود تا از فراز بلندی‌ها جزئیات درونی تاج‌های خورشیدی را در موقعیت‌هایی غیر از خورگرفت‌ها نیز مورد مطالعه قرار دهند.

امواج رادیویی خورشید در سال ۱۹۴۲ بوسیله جی. اس. هی *J. S. Hey* انگلیسی به کمک مشاهدات راداری کشف گردید و با آغاز عصر فضا، نشانه‌رویی‌ها و دیدارهای فرا جو زمین میسر شد و کلیه پرتوهای خورشیدی از نزدیک مورد بررسی قرار گرفت و ما را در زمینه شناخت هرچه بیشتر و کامل‌تر خورشید توانائی بخشید.

طیف خورشیدی

SOLAR SPECTRUM

بیشترین آگاهی‌های ما از خورشید از راه تجزیه طیفی نور آن فراهم می‌گردد. طیف مرئی خورشید همانند بیشتر ستارگان طیفی است متصل و پیوسته همراه با یک سری خطوط تیره که به آنها خط‌های جذبی یا خطوط فراونهوفر می‌گویند.

سطح خورشید یا رخشانکره تشعشعات پیوسته صادر می‌کند که طبیعتاً فاقد هرگونه خط تیره است، اما با عبور تشعشعات مزبور از درون جو زیرین خورشید که میان رخشانکره و رنگینکرة قرار دارد و به آن لایه برگردان *Reversing Layer* می‌گویند، خط تاریک طیفی در آن پدیدار می‌گردد، لایه برگردان که نخستین و زیرترین لایه از طبقات جو خورشید است، دارای ضخامتی معادل ۱۵۰۰ کیلومتر بوده و دمای آن از رخشانکره کمتر است و شامل اجسام بسیط به حالت گازی یا بخاری می‌باشد. از آنجائی که اشعه خورشید ناگزیر از این لایه می‌گذرد، لذا بخارات موجود در طبقه مزبور پاره‌ای از این تشعشعات را برحسب ماهیت بخارات مذکور جذب می‌کنند و در نتیجه طیف جذبی‌ای که ما در زمین مشاهده می‌کنیم پدید می‌آید. با تعیین هویت خطوط طیف خورشیدی تاکنون وجود ۶۵ عنصر از ۹۲ عنصری که ما در زمین می‌شناسیم در خورشید تشخیص داده شده است. تیدرژن، کربن، نیتروژن، اکسیژن، آلومینیوم، آهن، کبالت، گادمیم، سرب و

گرد محور خویش نیز پی برد و یک بار چرخش کامل آن را حدود یک ماه تعیین نماید.

کریستوفر شینر *Christopher Scheiner* (۱۵۷۵ تا ۱۶۵۰) بین سالهای ۱۶۱۱ تا ۱۶۲۵ مدت چرخش خورشید را طی یک سری مشاهدات طولانی برابر ۲۷ روز تعیین نمود و افزون بر آن میزان میل محور خورشید را بین ۶ تا ۸ درجه محاسبه کرد و ساختمان کلف‌ها و درخشه‌های *Faculae* سطح خورشید را مورد بررسی قرار داد.

با وجودی که نخستین بار در نوشته‌های پلوتارک *Plutarch* مورخ نامدار یونانی (۱۲۰ تا ۴۶ پیش از میلاد) به تاج خورشیدی *Corona* اشاره شده، ولی شواهد به جای مانده از خورگرفت (کسوف) ۲۲ دسامبر ۹۶۸ میلادی را بایستی مطمئن‌ترین و کهن‌ترین ملاک در این زمینه بشمار آورد.

زبانه‌های خورشیدی *Prominences* که از دیگر پدیده‌های شگفت‌انگیز چهره ستاره‌فروزان جهان منظومه شمسی است، نخستین بار در خورگرفت کامل سال ۱۷۳۳ بوسیله واسنیوس *Vassenius* دانشمند سوئدی دیده شد و نخستین مدرک معتبر آن به خورگرفت سال ۱۸۴۲ متعلق است و شعله‌های خورشیدی *Solar Flares* که شعله‌های سفید فوق‌العاده درخشانی هستند، در یکم سپتامبر ۱۸۵۹ در میدان دید ریچارد کرینگتون *Richard Carrington* انگلیسی قرار گرفت.

طیف‌نما

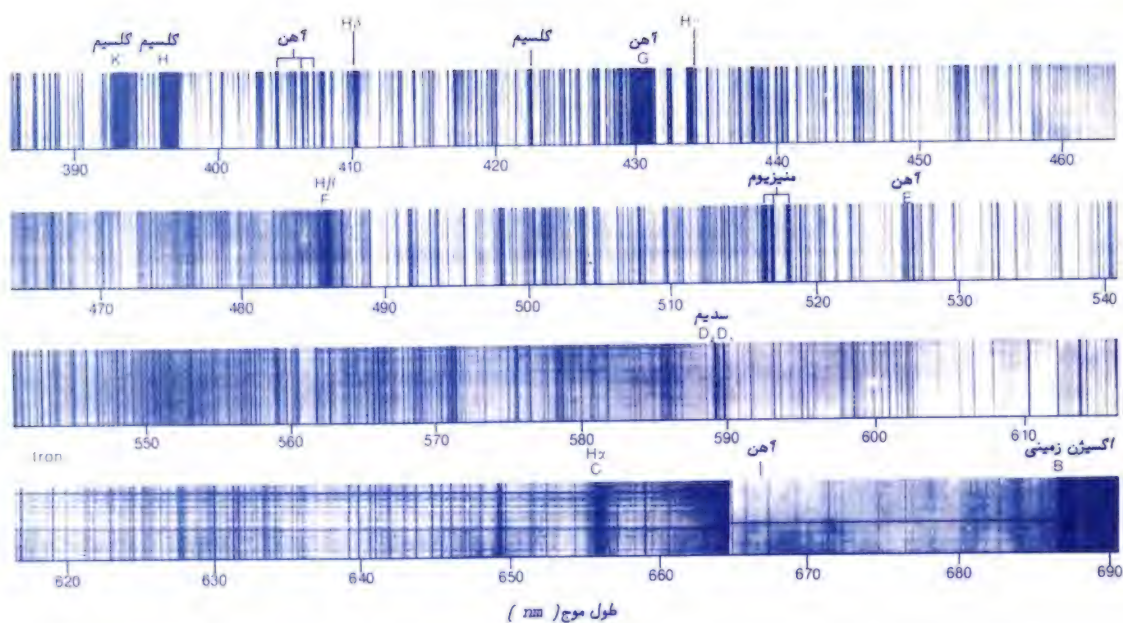
Spectroscope

نور آفتاب را به کمک یک منشور ساده می‌توان تجزیه نمود و آن را به خط رنگینی که نخستین بار در سال ۱۶۶۶ بوسیله اسحق نیوتن *Isaac Newton* توصیف و تفسیر گردیده است، دگرگون ساخت. در سال ۱۸۰۲ ویلیام ولاستون *William Wollaston* شیمیدان انگلیسی دریافت که رنگین‌کمان آفتاب بوسیله خط‌های سیاهی بریده شده و ژوزف فن فراونهوفر *Joseph Von Fraunhofer* فیزیکدان آلمانی در سال ۱۸۱۴ از دستگاهی بنام طیف‌نما که قادر به نمایش جزئیات طیفی نور آفتاب بود، استفاده کرد و طول موج ۳۲۴ خط سیاه را اندازه‌گیری نمود. آزمایش‌هایی که در سال ۱۸۵۹ توسط گوستاو کریشوف *Gustav Kirchhoff* و روبرت بونسن *Robert Bunsen* بعمل آمد، نشان داد که خط‌های مزبور بازتاب جذب طیفی نور خورشید بوسیله عناصر شیمیائی گوناگون موجود در جو آن بوده و ویژگی هریک از عناصر مزبور در خطوط مورد بحث منعکس گردیده است. بررسی‌هایی که در زمان حاضر روی ترکیبات شیمیائی لایه‌های بیرونی خورشید بعمل آمده، بر وسعت دانش بشر افزوده و آگاهی ما را در زمینه عواملی چون، دما، تراکم، سرعت، چرخش و موجودیت میدان مغناطیس خورشید به نحو چشمگیری فرونی بخشیده و طیف‌نمایی و طیف‌سنجی نور را در مسائل فضائی از اهمیت شایانی برخوردار ساخته است.

Photography & Other Techniques

عکسبرداری و شیوه‌های دیگر

پیدایش فن عکاسی، تهیه تصویر زنده خورشید را در لحظات کوتاهی از زمان میسر ساخت و نخستین عکس خوب خورشید در دوم آوریل ۱۸۴۵



نمونه‌ای از طیف خورشیدی

آن در دسترس، قرار می‌دهد و از چگونگی و شرایط لایه‌های مختلف جو این کره فعال ما را آگاه می‌سازد.

بطور کلی تشعشعات خورشیدی عبارتند از:

۱- تشعشعات رادیویی - بررسی‌های رادیویی گویای آن است که خورشید خودبخود از نظر گسیلش *Emission* امواج رادیویی جرم‌ضعیفی است و بازده رادیویی آن کمیتی بسیار متغیر است. تشعشعات رادیویی خورشید عمدتاً از منشأ‌های زیر سرچشمه می‌گیرد؛ الف - خورشید آرام *Quiet Sun* که از تشعشع حرارتی ساطع شده از ذرات متحرک در گازهای داغ ناشی می‌گردد،

ب - منشأ متغیر که آن نیز گونه‌ای تشعشع حرارتی است که به مناطق خاصی از جو خورشید متعلق بوده و به سطح فعال کره مزبور بستگی دارد. پ - انفجارات رادیویی که فاقد طبیعت حرارتی بوده و توان بازدهی آن نسبت به خورشید آرام بین هزار تا ده هزار برابر است.

۲- اشعه فروسرخ *Infrared Radiation* این اشعه در لایه رخشانکره و همچنین در طبقات تحتانی رنگینکرة تولید می‌شود و طول موج آن‌ها حدود ۷۵/۰ تا هزار میکرون است.

۳- اشعه فرابنفش *Ultraviolet Radiation* که در رخشانکره و طبقات خیلی فوقانی رنگینکرة تولید می‌شود در جو زمین و دیگر سیارات منظومه خورشیدی تأثیر فوق‌العاده مهمی دارد. این اشعه که میدان مغناطیس ایجاد می‌کند، با میدان مغناطیس زمین در هم می‌آمزد و اغلب کار قطب‌ها را مختل می‌سازد.

۴- اشعه فرابنفش نهایی *Extreme Ultraviolet Radiation* این اشعه که علامت اختصاری آن *E.U.V* است در لایه رنگینکرة و بخش‌هایی از تاج خورشیدی پدید می‌آید.

پلاتین در زمره عناصری هستند که در لایه برگردان خورشید وجود دارد. با بررسی خطوط طیفی، میزان درصد عناصر شیمیایی مختلف سطح خورشید را اندازه می‌گیرند. آزمایش‌های انجام شده گویای آن است که سطح خورشید شامل ۹۰ درصد تیدرژن، ۱۰ درصد هلیوم و مقدار ناچیزی اکسیژن، کربن، نئون و غیره است.

تشعشعات خورشیدی

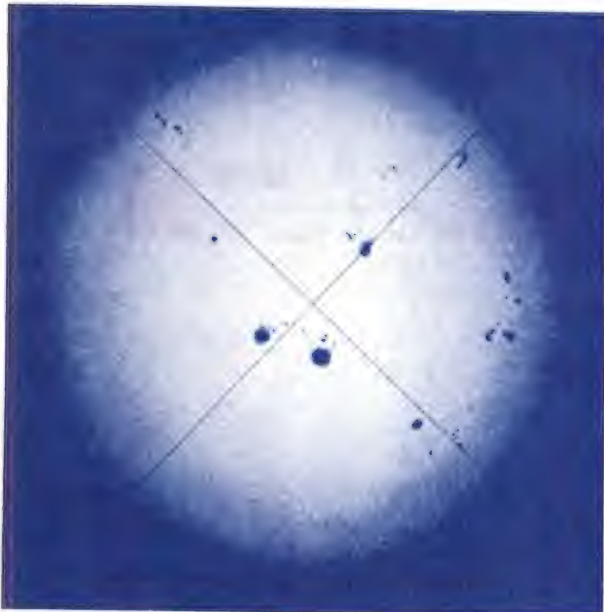
SOLAR RADIATIONS

پدیده‌هایی که بر سطح خورشید ظاهر می‌شوند نشانگر فعالیت آن است و بخش‌هایی از این کره فروزان را که فعالیت آن‌ها نسبتاً شدیدتر است، نواحی فعال خورشید می‌خوانند.

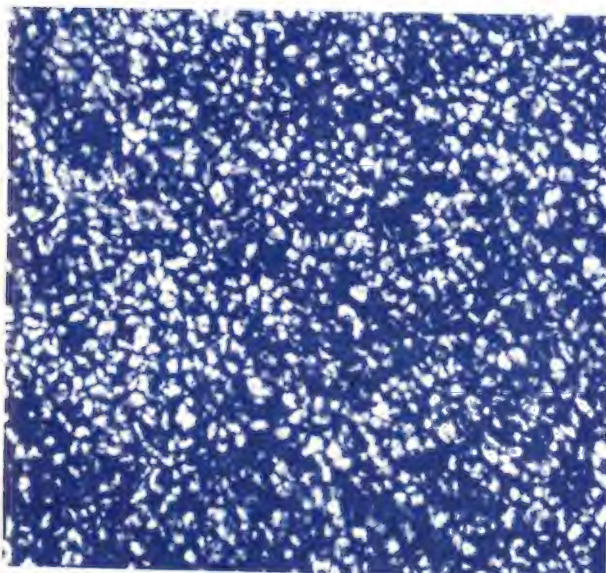
عوارضی مانند سعله‌ها، لکه‌ها، مشعل‌ها و زبانه‌ها و تاج‌ها که بر اثر فعالیت خورشید در سطح آن آشکار می‌گردند. در بخش‌های آینده مورد بررسی قرار خواهند گرفت و با اثرات شناخته شده آن‌ها آشنا خواهیم شد. علاوه بر پدیده‌های مزبور و همچنین نور و حرارت، تشعشعات خورشیدی را نیز از جمله پدیده‌های مهم کره حیات بخش منظومه شمسی باید بشمار آورد.

تجزیه طیفی نور خورشید اطلاعات ارزشمندی درباره طبیعت و ساختمان

تاریک‌گرائی لبه‌های قرص خورشید میل به تاریکی لبه‌های قرص خورشید که متناسب با دور شدن از مرکز بر میزان آن افزوده می‌شود، در این عکس که در نیم آوریل ۱۹۷۵ برداشته شده بخوبی دیده می‌شود. شفافیت جو خورشید آن‌چنان است که دید عمودی بخش‌های مرکزی کره مزور را تا اعماق قابل توجهی امکان‌پذیر می‌سازد، درحالی‌که خط دید بر لبه‌های قرص خورشید مماس بوده و دیدار اعماق درخشان کره خورشید را در این قسمت ناممکن می‌نماید.



دانه‌های خورشیدی بافت ظاهری رخشان‌کره که به آن دانه‌بندی خورشیدی می‌گویند، نتیجه جهش و یا آشوب گازهای داغی است که از دورن خورشید به بیرون فوران می‌یابند. هریک از دانه‌ها که در واقع سرستون‌هایی از گاز داغ هستند حدود ۱۰،۵۰۰ کیلومتر قطر دارند و قسمت‌های تاریک پیرامون آنها بدلیل سرنگون شدن و گسترش گازها در سطح خورشید پدید آمده است، عمر هریک از دانه‌ها به طور متوسط حدود ده دقیقه است. عکس در ۱۹ اوت ۱۹۷۵ گرفته شده.



نقشه رادیویی خورشید منحنی‌های این نقشه چهره خورشید را با طول موج ۳ سانتی‌متر نشان می‌دهد. مناطق فعال خورشید که منبع گسیلش امواج رادیویی است، در این نقشه بخوبی مشخص گردیده است.

- ۵- اشعه X نرم *Soft X-ray Radiation* این اشعه در گازهای متراکم و متمرکز و داغ تاج خورشیدی پدید می‌آید و مطالعه آن، ما را با جزئیات ساختار تاج خورشیدی آشنا می‌سازد.
- ۶- اشعه X سخت *Hard X-ray Radiation* در مشعل‌های خورشیدی تولید می‌شود.

ثابت خورشیدی

The Solar Constant

مقدار انرژی خورشیدی در دقیقه که توسط واحدی از سطح واقع بر فراز لایه خارجی جو زمین (به فاصله متوسط از خورشید) دریافت می‌گردد ثابت خورشیدی نام دارد. متأسفانه از میزان دقیق انرژی حیات بخش خورشیدی که به صورت گرمای تشعشعی دریافت می‌شود و همچنین از تغییرات احتمالی آن هنوز به درستی آگاهی نداریم، به‌ویژه اینکه تا همین چند سال پیش کلیه اندازه‌گیری‌ها را مستقیماً از ایستگاه‌های زمینی انجام می‌دادیم و از اثرات جذب کننده لایه‌های جو زمین چندان آگاه نبودیم. پژوهش‌ها و اندازه‌گیری‌های بعمل آمده مقدار ثابت خورشیدی را حدود $1/94$ گرم کالری به ازاء هر سانتی‌متر مربع در دقیقه نشان می‌دهد.

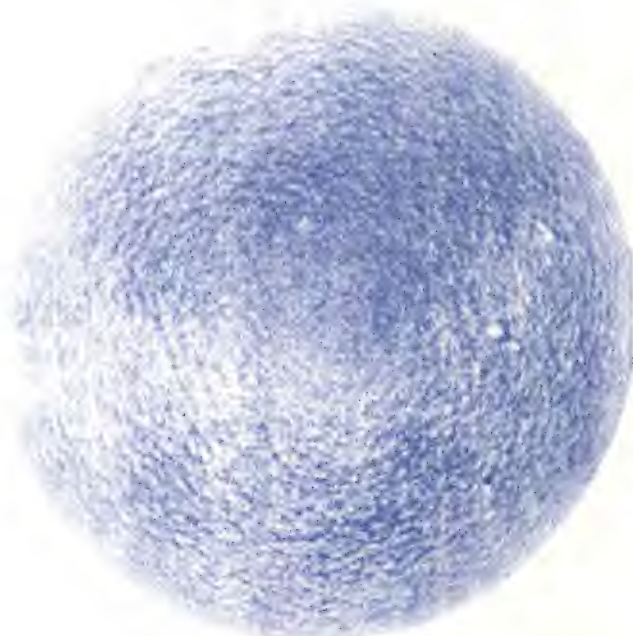
رخشان‌کره

PHOTOSPHERE

چهره تابناک خورشید و یا سطحی را که پرتوهای مرئی از آن ساطع می‌گردد، رخشان‌کره یعنی کره درخشان خورشید می‌نامند. غالب مردم بر این پندارند که درخشندگی لبه‌های قرص خورشید بیشتر از دیگر جاهای آن است، حال آنکه فروزندگی بخش‌های مرکزی قرص خورشید بیش از سایر جاها بوده و لبه‌های آن از درخشندگی کمتری برخوردار است. پدیده تاریک‌گرائی لبه‌ها به این دلیل است که خورشید جرمی است از گاز گداخته که دمای آن هماهنگ با دور شدن از مرکز رو به کاهش می‌نهد و هرچه به لبه‌های قرص خورشید که در واقع بخش‌های بلند رخشان‌کره هستند، نزدیک‌تر شود، سردتر می‌گردد و بالطبع گسیلش نور کمتری را موجب می‌شود. کلاً "رخشان‌کره لایه‌ای است شفاف و نورگذرا و به همین مناسبت تا

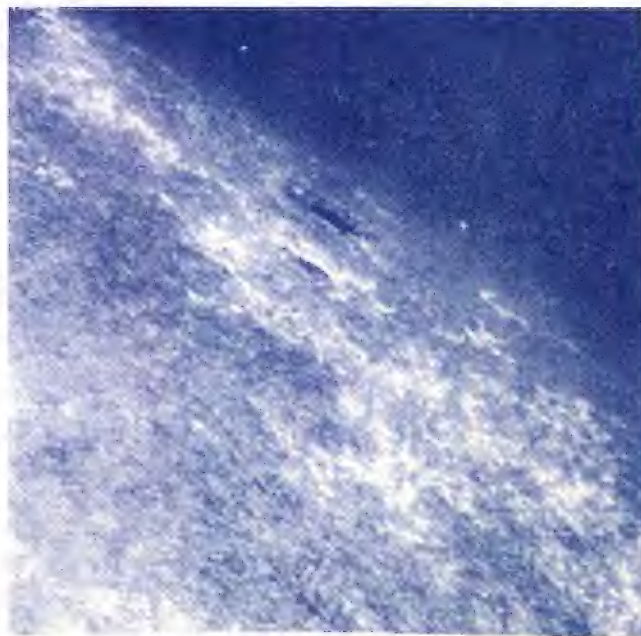
اُبردانه‌های خورشیدی

رجهش گازهای داغ در سطح وسیع به پیدایش پدیده‌های بنام اُبردانه‌های خورشیدی می‌انجامد. اُبردانه‌ها ظاهراً همانند تکه‌دانه‌ها هستند با این تفاوت که حدود ۱۸۰ بار از آنها بزرگ‌ترند و عمر آنها نیز به همان اندازه طولانی‌تر است. سرعت فوران و نزدیک شدن گازهای گداخته به سوی ما و سرنگونی و دور شدن آنها از ما، نقاط روشن و تاریک شکل را پدید آورده است.



درخشه‌های خورشیدی

این عکس که بخشی از لبه خورشید را نشان می‌دهد، گروهی از درخشه‌ها را که بصورت لکه‌های روشن هستند نمایش می‌دهد.



ژرفای چند صد کیلومتری آن را می‌توان بخوبی مشاهده نمود. اعماق درونی خورشید کاملاً یونیده *Ionized* و بسیار نیریز و کدر است و مواد متشکله لایه‌های زیرین رخشانکره نیز عمدتاً به دلیل موجودیت یون‌های تیدرژن منفی (H^-) (یعنی تیدرژنی که اتم‌های آن یک الکترون اضافی دریافت کرده‌اند)، کدر و تا اندازه‌ای تیره هستند.

رخشانه *Photon* هائی که از بخش‌های درونی سربرمی‌آورند، هنگام برخورد با تیدرژن منفی (H^-) جذب می‌گردند و در این فرآیند الکترون‌های بسیار رها می‌شود و تیدرژن خنثی تولید می‌گردد.

با به دام افتادن مجدد اتم‌های تیدرژن خنثی رخشانه‌هایی که طول موج آنها نسبت به رخشانه‌های نخستین متفاوت است ساطع می‌گردند و انرژی تشعشعی از بخش‌های زیرین رخشانکره رها گردیده و به صورت نور مرئی جلوه‌گر می‌شود. متناسب با کاهش دما از میزان تمرکز H^- کاسته می‌گردد و هماهنگ با افزایش ارتفاع، تیرگی رخشانکره نیز به سرعت برطرف می‌گردد و رخشانه‌های ساطع شده به سوی فضا روان می‌شوند.

دانه‌های خورشیدی

Solar Granules

رخشانکره توده گاز گداخته‌ای است که بافت آن ظاهراً از دانه‌های نورانی و جنبه‌ای که عمر هریک از آنها حدود ۸ دقیقه به درازا می‌کشد، تشکیل یافته است. هریک از این دانه‌ها که به تنهایی حدود هزار کیلومتر قطر دارند بوسیله تلسکوپ‌هایی که قطر دهانه آنها ۱۰ سانتیمتر باشد، قابل تشخیص هستند. دانه‌های خورشیدی معرف منطقه‌ای می‌باشند که گاز داغ از مرکز آن با سرعتی حدود ۵/۰ کیلومتر در ثانیه به بالا فوران می‌یابد و سپس سرنگون شده و با سرعت حدود ۲۵/۰ کیلومتر در ثانیه به اطراف پراکنده می‌شوند و گازهای سردتری که در اطراف جای گرفته‌اند دیواره‌هایی پدید می‌آورند و دانه‌ها را از یکدیگر جدا می‌سازند.

در مقیاس وسیع‌تر شبکه‌ای از اُبردانه‌ها *Supergranules* وجود دارد که قطر آنها به حدود سی هزار کیلومتر بالغ می‌گردد. اُبردانه‌ها که شامل صدها تکه‌دانه هستند نیز به نوبه خود دوایری می‌باشند که میدان مغناطیس در اطراف آنها شدت یافته و عمر آنها ۱۲ تا ۲۴ ساعت به درازا می‌کشد.

اُبردانه‌ها را می‌توان به کمک خورطیف‌نگاشت *Spectroheliogram* به آسانی آشکار ساخت. طبق اثر داپلر *Doppler Effect* نور نزدیک شونده به رنگ آبی و نور دور شونده به رنگ قرمز گرایش می‌یابد. از آنجائی که اُبردانه‌ها دارای حرکت فورانی نزدیک شونده و همچنین حرکت سرنگونی و افقی دور شونده هستند، از این رو قسمت‌های نزدیک شونده روشن‌تر از بخش‌های دور شونده بنظر آمده و اختلاف رنگ ظاهری را موجب گردیده است.

لکه‌ها یا کلف‌های خورشیدی *Sun Spots* که بوسیله تلسکوپ‌های معمولی نیز قابل مشاهده می‌باشند، گویای فعالیت رخشانکره بوده و درخشه‌ها *Faculae* که در مقابل لکه‌های درخشان و روشنی هستند، ظاهراً در محدوده کلف‌های خورشیدی پدیدار شده و معمولاً تا چند هفته پس از ناپدید شدن کلف‌ها همچنان برجای می‌مانند.

عوارض شعله مانند بسیاری بنام زبانک *Spicule* دیده می شود. که پیوسته در جنب و جوش بوده و به علفزار مشتعلی که دستخوش باد گردیده است شباهت فراوان دارد. زبانک ها به گاز استوانه های عمودی شبیه اند که از میدان مغناطیس موضعی خورشید متأثر بوده و دمای آنها به ۱۰,۰۰۰ تا ۲۰,۰۰۰ کلوین بالغ می گردد. پهنای گاز استوانه های مزبور حدود هزار کیلومتر و بلندی آنها به حدود ده هزار کیلومتر می رسد.

زبانک های خورشیدی که از بخش های زیرین رنگینکره سرچشمه می گیرند، همانند فواره های گازی با سرعت ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر در ثانیه به بالا می چهند و دوباره سرنگون می گردند و احتمالاً "بدینسان در فرآیندهای گرمایشی رنگینکره شرکت می جویند.

بنا به نظریه ای، انرژی ذخیره شده در میدان های مغناطیسی موضعی، پیدایش زبانک های مزبور را که عمرشان ۵ تا ۱۰ دقیقه است موجب گردیده و گسیله های درخشانی را که شمارشان در هر زمان به حدود ۵۰۰ هزار بالغ می گردد، پدید می آورد.

شبکه رنگینکراهی

Chromospheric Network

رنگینکره ساختار سلولی پهناوری را بنام شبکه رنگینکراهی به معرض نمایش می گذارد. سلول های مزبور شبکه ای را که با موقعیت ابردانه های رخسانکره مطبق بوده و تحت تأثیر میدان های مغناطیس موضعی مرزبندی گردیده اند، پدید می آورد. حرکت افقی و بیرونی گازها که از مرکز سلول ها به سوی اطراف جریان دارند، تحت تأثیر میدان های مغناطیس به دیواره های میدل شده و به شبکه بندی رنگینکره می انجامد که بوسیله صافی های نور

رنگینکره

CHROMOSPHERE

این لایه که بر فراز رخسانکره جای دارد، گاز پوسته رقیقی است که ستبرای آن به چند هزار کیلومتر می رسد و به مناسبت رنگ زرد مایل به قرمزی که به ویژه هنگام سر زدن آفتاب و یا در پایان خورگرفت به خود می گیرد، به رنگینکره نامگذاری شده است. درخشندگی فوق العاده رخسانکره دیدن این لایه را در هنگام عادی به دشواری میسر می سازد و تنها در خورگرفت کامل و یا با بهره گیری از دستگاه طیف نگار و یا فیلترهای تکرنگ، لایه مزبور را که همانند هاله نازکی در پیرامون قرص خورشید قرار گرفته است می توان مشاهده نمود.

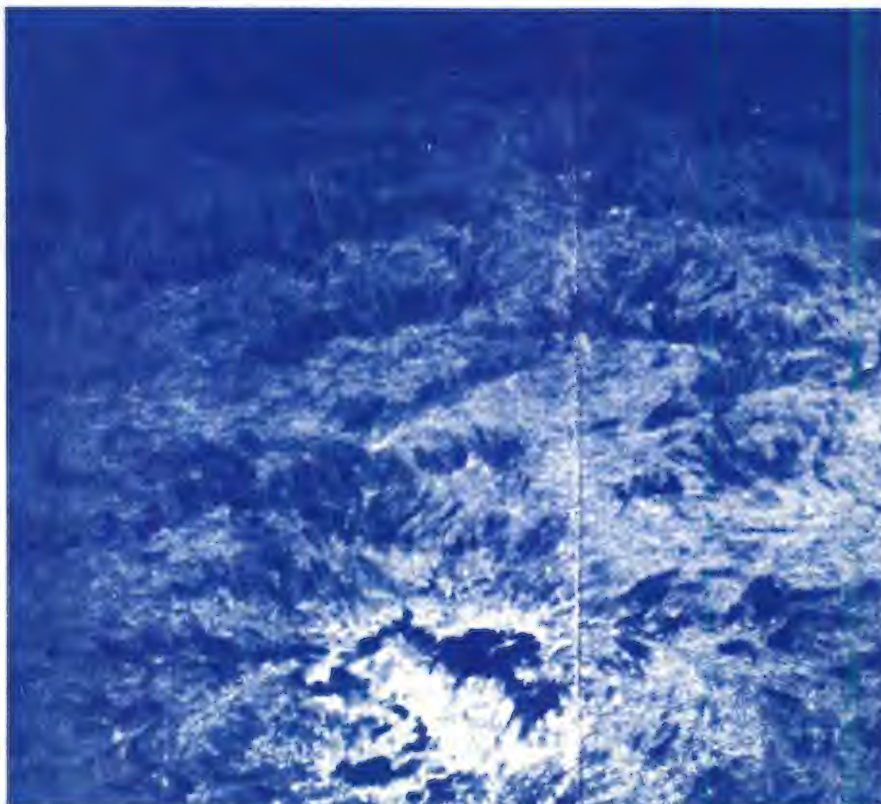
زبانک های خورشیدی

Spicules

رنگینکره برخلاف تصور گاز لایه همگنی نیست بلکه ساختمان درخور توجهی دارد که به سرعت تغییر شکل می دهد. در لبه های قرص خورشید

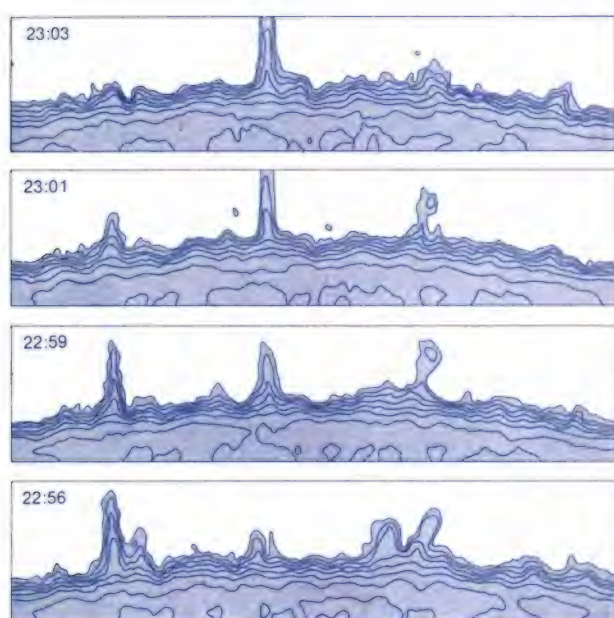
زبانک های خورشیدی زبانک ها که از جمله عوارض گسلسی *Emission Features* هستند، در لبه های قرص خورشید بخوبی دیده می شوند. متناسب با نزدیک شدن به بخش های تابناک خورشید از وضوح و درخشش زبانک ها کاسته می شود و در مقایسه با قسمت های درخشان اطراف - رو به تیرگی می نیند. زبانک ها در مجاورت دیواره ابردانه ها به خرمن هایی از گل و پسته که پایه های شان را خال های تابناکی تشکیل داده است تبدیل می گردند.

این عکس در سیزدهم فوریه ۱۹۷۱ یکمک فیلترهای مخصوص تهیه شده.





عکس‌هایی از زبانک‌های لبه‌ای که در ۱۴ اکتبر ۱۹۷۰ گرفته شده.



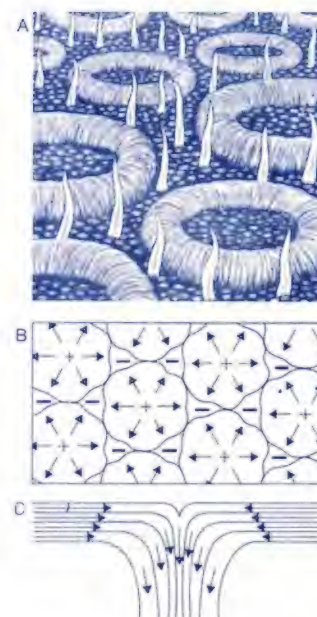
این تصویر که در ۱۱ دسامبر ۱۹۷۳ تهیه شده، مراحل پیدایش و رویش زبانک‌هایی که ارتفاع پاره‌ای از آنها به حدود چهل هزار کیلومتر می‌رسد، نشان می‌دهد.

کلف‌های خورشیدی

SUNSPOTS

تاریخ شناخت کلف‌های خورشیدی که فعالیت شدید این ستاره را بیان می‌دارند به حدود ۲۰۰۰ سال پیش باز می‌گردد. تا اوایل سده

ساختمان زبانک‌ها
به طوری که قیلاً "دیدیم، اُردابه های خورشیدی، همانند تكدانه‌ها از موران کارهای داغ تشکیل یافته و سرامون آنها را دیواره‌هایی فرا گرفته است (شکل A)، علامت (+) (شکل B) محل جبهیدن کارهای داغی را مشخص می‌سازد که پس از فوران سرگون گردیده و در جهت افقی (در امتداد بیگان‌ها) رو به سوی دیواره، اُردابه‌ها را می‌شوند. علامت (-) جریان‌های فرورونده‌ای را که به تراکم بسیار زیاد مواد می‌انجامد نشان می‌دهد. جریان افقی مواد خط‌های میدان مغناطیس را به سوی دیواره‌ها می‌راند و سر برآوردن زبانک‌ها را موجب می‌گردد (شکل C).



تکرنگ *Monochromatic* قابل رؤیت می‌باشند.

پردازش مشاهدات فرابنفشی ناو اسکای لب *Skylab* نشان می‌دهد که رنگینکره در مناطق قطبی خورشید شکل‌های گوناگونی به خود می‌گیرد و زبانک‌های قطبی تا ارتفاع قابل توجهی بالا می‌روند و به شعله‌های غول پیکری که بلندی آنها به بیش از چهل هزار کیلومتر می‌رسد مبدل می‌شوند و دمای آنها به حدود ۵۰،۰۰۰ کلوین افزایش می‌یابد و نیز عمرشان به ۵ تا ۱۰ برابر زبانک‌های معمولی یعنی حدود ۴۰ تا ۵۰ دقیقه به درازا می‌کشد. از دیگر عوارض رنگینکره که به کمک فیلتر نور تکرنگ دیده می‌شود ریشک *Fibril* ها هستند که عمرشان حدود ۱۰ تا ۲۰ دقیقه است. علاوه بر عوارض بالا، پدیده‌های دیگری چون مشعل‌ها *Flares*، زباندها *Prominences* ریشه‌ها *Filaments* و روشنیه *Plages* های خورشیدی را نیز بایستی از جمله عوارض رنگینکره بشمار آورد.

دهم میلادی که وجود کلف‌های خورشیدی بر چهره تابناک کانون منظومه شمسی مسجل گردید، ستاره‌شناسان و دانشمندان وجود کلف‌های خورشیدی را زائیده پاره‌ای اجرام و ذرات آسمانی واقع میان زمین و خورشید می‌پنداشتند و تصور وابستگی عوارض مزبور را به خود خورشید مردود می‌دانستند. گالیله و *Galileo* و *Scheiner* در سال ۱۶۱۰ میلادی به کمک دوربین-های نجومی که به نازکی اختراع شده بود، پندارهای دیرین را به یک سو گذاردند و کلف‌ها را بخشی از سیمای فروزان خورشید بشمار آوردند.

ویژگی‌های کلف‌های خورشیدی *Characteristics of Sunspots*

معمولاً هر کلف خورشیدی از یک بخش مرکزی تاریک یا سایه *Umbra* تشکیل یافته و پیرامون آن را بخش روشن‌تری بنام نیمسایه *Penumbra* که قطر آن حدود $2/5$ برابر بخش میانی است فرا گرفته و حدود ۸۰ درصد سطح کلف را به خود اختصاص داده است. قسمت نیمسایه ظاهراً از یک سری رشته‌های تاریک و روشن که به صورت شعاع‌هایی از بخش سایه شروع شده و به لبه‌های کلف ختم گردیده تشکیل یافته است. علت سیاهی کلف‌های خورشیدی را در پائین‌تر بودن دمای آنها در مقایسه با

اندازه کلف‌های خورشیدی از ۱۰۰۰ کیلومتر شروع می‌شود و به ده‌ها هزار کیلومتر می‌رسد و گاه پهنای را به وسعت 10^9 کیلومتر مربع به خود اختصاص می‌دهد. پاره‌ای اوقات گروهی از کلف‌های خورشیدی که در یک محل جمع شده‌اند، پهنای را به درازای بیش از صد هزار کیلومتر اشغال می‌کند.

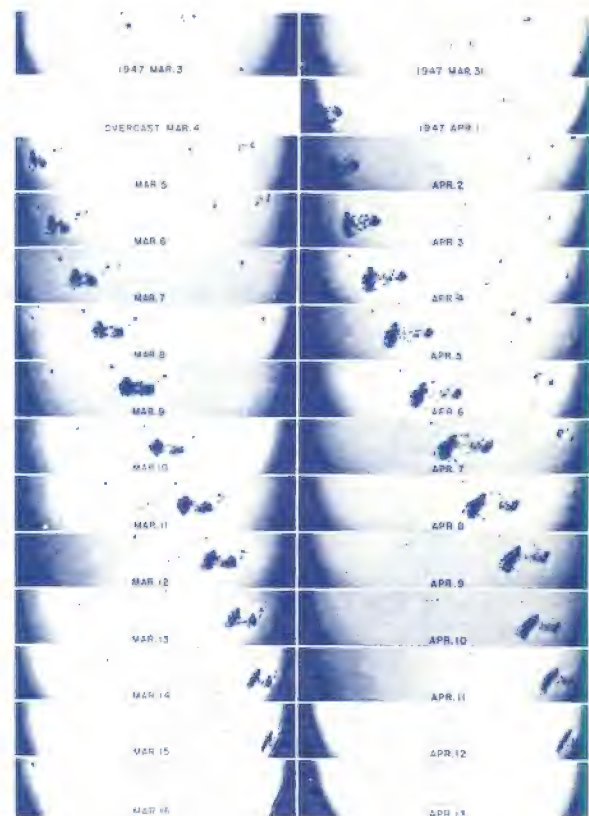
طبقه‌بندی کلف‌های خورشیدی *Classification of Sunspots*

برای طبقه‌بندی کلف‌های خورشیدی شیوه‌های گوناگونی موجود است. طبقه‌بندی زوریخ *Zurich Classification* از جمله شیوه‌هایی است

A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
J				
0° 10° 20° 30°				

جدول طبقه‌بندی زوریخ،

در این جدول که به وسیله ام. والد میر (*M. Waldmeier*) تهیه شده، کلف‌ها را به کمک سه حرف طبقه‌بندی می‌کنند. حرف اول معرف طبقه‌بندی زوریخ A تا J است. حرف دوم نوع تاریکی آن را مشخص می‌سازد و حرف سوم میزان انبوهش یا تراکم اجزاء کلف را بیان می‌دارد.



چرخش خورشید،

به طوری که در شکل دیده می‌شود لکه خورشیدی بزرگی در سوم مارس سال ۱۹۴۷ از لبه باختری قرص خورشید سر برآورده و در تاریخ ۱۶ مارس همان سال در لبه خاوری ناپدید گردیده است. در تاریخ ۳۱ مارس کلف مزبور مجدداً در لبه باختری آشکار شده و در سیزدهم آوریل دوباره در لبه خاوری محو گردیده است. لکه‌ای که در این عکس دیده می‌شود مساحتی حدود 18×10 کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده و در نوع خود بزرگ‌ترین کلفی است که تاکنون به ثبت رسیده است.

خویش برابر $27/275$ روز به درازا می‌کشد که به آن دوره اقتترانی *Synodic Period* گفته می‌شود.

کلف‌های خورشید از جمله نشانه‌هایی هستند که چرخش خورشید را به روشنی ثابت می‌کنند. دیدار چهره خورشید در روزهای بیابایی گویای آن است که کلف‌ها موقعیت خود را در روی صفحه خورشید عوض می‌کنند و قرص خورشید را بطور یکنواخت و آرام از باختر به خاور می‌پیمایند. از آنجائی که استواء خورشید نسبت به سطح مدار گردش زمین به دور خورشید دارای زاویه‌ای برابر $7/25$ درجه است، از این رو مسیر ظاهری کلف‌ها در طول سال فرق می‌کند.

موقعیت عوارضی مانند کلف‌های خورشیدی را در روی رخشانگره بر اساس سیستم مختصات (طول و عرض) هلیوگرافی *Heliographic* یا خورشید نگاری که شباهت تامی به سیستم مختصات جغرافیائی زمین دارد بیان می‌دارند. عرض هلیوگرافی از خط نیمگان (استواء) خورشید رو به سوی شمال و یا جنوب از صفر تا 90 درجه اندازه‌گیری می‌شود و طول هلیوگرافی نسبت به نصف‌النهار مبدأ و در امتداد خط نیمگان خورشید تعیین می‌گردد. نصف‌النهار مبدأ خورشید دایره عظیمه‌ای است که بر سطح نیمگان عمود بوده و از دو قطب شمال و جنوب خورشید می‌گذرد.

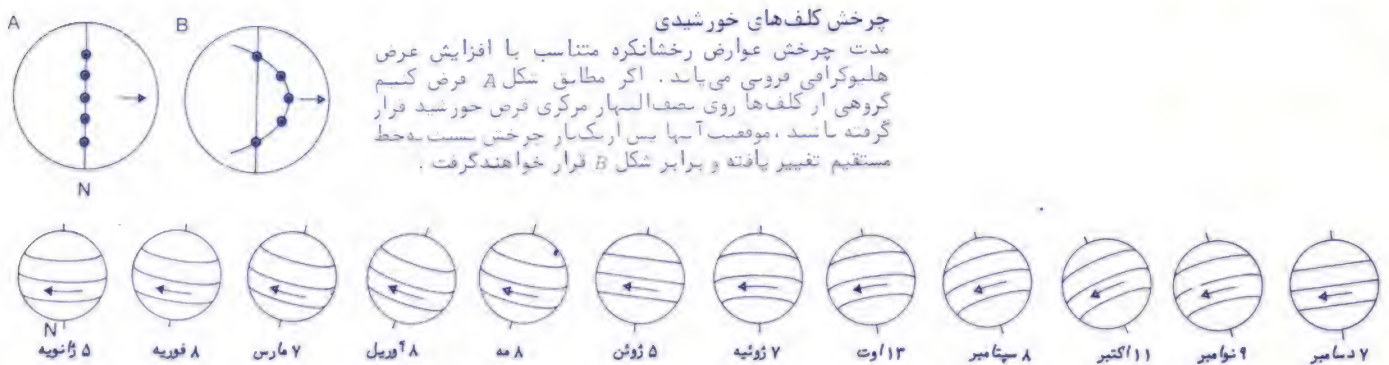
که بطور نمونه در همین صفحه به نظر خوانندگان می‌رسد.

در این طبقه بندی که براساس رویش و تکامل کلف‌ها تهیه گردیده، لکه‌های خورشیدی را به ۹ طبقه $A, B, C, D, E, F, G, H, J$ تقسیم کرده‌اند. خوشه کوچک A در نخستین طبقه جای دارد و طبقات بعد به گروه‌های دو قطبی اختصاص یافته که به ترتیب در ظرف ۸ تا ۱۰ روز به حداکثر پهنه خود می‌رسند (F) و پس از آن رو به زوال گرائیده و به طبقات G تا J وارد می‌گردند و گاه تا چندین هفته در همین طبقات باقی می‌مانند ولی در حالات عادی عمر کلف‌ها در طبقات اخیر بیش از ۲ هفته به درازا نمی‌کشد.

کلف‌ها و چرخش خورشید

Sunspots & Solar Rotation

خورشید نیز همانند دیگر کرات به گرد محور خویش در چرخش است، اما برخلاف یک کره جامد، بخش‌های مختلف آن مدت‌های گوناگونی را صرف چرخش می‌نمایند. مدت چرخش خورشید حداقل $25/38$ روز است. چرخش خورشید از زمین بسیار آرام و کند به نظر می‌رسد، زیرا کره زمین در همان جهتی که خورشید به گرد محور خویش می‌چرخد به دور مادر خود در گردش است و به همین مناسبت مدت زمان چرخش خورشید به دور محور

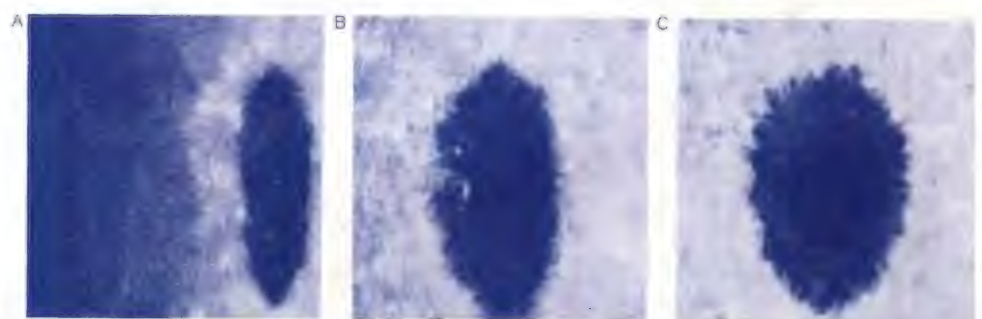


جدول تغییرات زاویه میان شمال حقیقی و محور چرخش خورشید

5 Jan	0°	8 April	26.3	7 July	0°	11 Oct	26.3
16 Jan	5°	26 April	25°	19 July	5°	30 Oct	25°
27 Jan	10°	8 May	23°	30 July	10°	9 Nov	23°
8 Feb	14°	19 May	20°	13 Aug	14°	20 Nov	20°
23 Feb	20°	5 June	14°	28 Aug	20°	7 Dec	14°
7 March	23°	15 June	10°	8 Sept	23°	16 Dec	10°
18 March	25°	26 June	5°	21 Sept	25°	26 Dec	5°

حرکات ظاهری کلف‌های خورشیدی

زاویه میان شمال حقیقی و محور چرخش خورشید در طول سال بین صفر تا $26/3$ درجه تغییر می‌یابد. چگونگی این تغییرات را بایستی در اعراض ترکیب شده اختلاف میان سطح استواء خورشید و سطح استواء زمین از یک طرف و سطح مدار گردش زمین به دور خورشید از سوی دیگر جستجو کرد.



اثر ویلسن

هنگامیکه کلف‌های خورشیدی در مجاورت لبه قرص خورشید قرار می‌گیرند، به بشقاب‌های گود شباهت می‌یابند. شکل‌های A و B و C کلف مدوری را که دارای سایه و نیمسایه متقارنی است نشان می‌دهند. گود بودن ظاهری لکه‌های خورشیدی که به آن اثر ویلسن *Wilson Effect* می‌گویند در عکس کلفی که نزدیک لبه قرص خورشید قرار گرفته است بخوبی دیده می‌شود.

کلف پیشرو شناخته شده و آن را با حرف (P) *Preceding Spot* نمایش می‌دهند و لکه‌های دیگر که به دنبال لکه مزبور در حرکتند کلف‌های دنباله‌رو نام دارند و با حرف (F) *Following Spot* مشخص می‌گردند. لکه پیشرو از نظر مغناطیسی دارای قطب مثبت یا شمال بوده و لکه‌های دنباله‌رو دارای قطب منفی یا جنوب هستند. نیروی میدان مغناطیس قسمت سایه کلف‌ها بین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ گاوس بوده و گاه تا ده هزار گاوس فزونی می‌یابد. قدرت میدان مغناطیس کلف‌ها زمانی روشن می‌گردد که آن را با شدت میدان مغناطیسی زمین که ۰/۳ گاوس در نیمگان و معادل ۰/۷ گاوس در قطب‌هاست مقایسه کنیم.

کلف‌های خورشیدی را از نظر خاصیت مغناطیسی به سه گروه زیر تقسیم می‌کنند.

الف - گروه‌های یک قطبی یا تک لکه‌ای که دارای تمایل قطبی یکسان هستند.

ب - گروه‌های دو قطبی که کلف‌های پیشرو و دنباله‌رو آن دارای تمایل قطبی مخالف هستند.

پ - گروه‌های مرکب که از تعداد کلف‌های زیادی با تمایلات قطبی مختلف و آمیخته درهم تشکیل یافته‌اند.

علت سردی تاریکی کلف‌ها؟ *Why Are Sunspots Cool & Dark?*

با وجود این که قرن‌ها از شناخت و مطالعه کلف‌های خورشیدی می‌گذرد، مع الوصف هنوز از علت تاریکی آنها آگاهی دقیقی در دست نیست. پاره‌ای از دانشمندان بر این گمانند که، شدت میدان مغناطیس موضعی قسمت سایه *Umbrae* تا حد زیادی از جریان یافتن مواد داغ به قسمت مزبور جلوگیری نموده و دمای آن را در مقایسه با دمای دیگر بخش‌های رخسانکره در سطح پائین‌تری نگاه داشته است و طبیعتاً "گسیلش انرژی تشعشعی کمتری را موجب گردیده است. این نظریه چندان رضایت‌بخش نبوده و از پشتیبانی کافی برخوردار نیست. نظریه دیگری بر این پندار است که میدان مغناطیس قوی قسمت سایه موجب فزونی جریان‌های گداخته‌ای

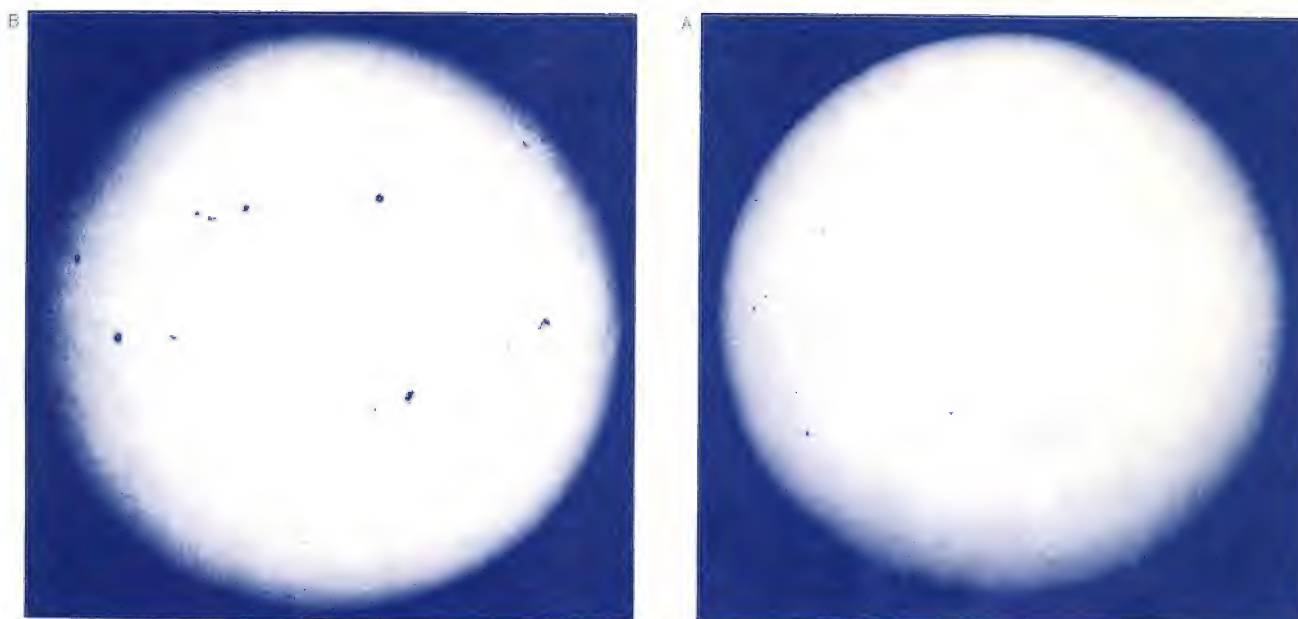
نصف النهار مزبور عبارت از خطی است فرضی که از مرکز قرص خورشید در ساعت ۱۲ بین‌المللی *Universal Time* در تاریخ یکم ژانویه سال ۱۸۵۴ عبور نموده و فرض بر آن است که خط مزبور دارای حرکتی است یکنواخت که در طول ۲۵/۳۸ روز (مدت یک دور چرخش کامل خورشید) هیچگونه تغییری در آن حاصل نمی‌گردد. سیستم مزبور که بوسیله ریچارد کرینگتون *Richard Carrington* ارائه گردیده است رابطه‌ای با هیچیک از عوارض مرئی سطح خورشید ندارد و فقط دارای تعریف ریاضی است. زمان حرکت و جابجائی کلف‌های خورشیدی متناسب با عرض هلیوگرافی آنها متفاوت است. این وضعیت گویای آن است که زمان چرخش نقاط مختلف رخسانکره متناسب با عرض هلیوگرافی آنها متفاوت بوده و از ۲۵ روز تا ۲۷ روز در عرض ۳۰° درجه به طول می‌انجامد و در عرض‌های بالاتر بر طول این مدت افزوده می‌گردد. زمان چرخش خورشید را علاوه بر کلف‌ها می‌توان از راه بررسی اثر داپلر *Doppler Effect* نیز تعیین نمود، بدین معنی که نور گسیل شده از لبه‌ای از خورشید که به‌سوی ما حرکت می‌کند به سوی قرمز گرایش داشته و نور لبه‌ای که از ما دور می‌گردد به رنگ آبی تمایل می‌یابد. با بررسی این وضعیت و اندازه‌گیری میزان رنگ‌های قرمز و آبی زمان چرخش خورشید را در خط نیمگان معادل ۲۶ روز و در نواحی قطبی ۳۷ روز اندازه‌گیری کرده‌اند. ظاهراً "به‌نظر می‌رسد که کلف‌های خورشیدی حدود ۴ تا ۵ درصد سریع‌تر از دیگر عوارض زمینه رخسانکره حرکت می‌کنند.

لکه‌های خورشیدی و نیروی مغناطیسی *Sunspots & Magnetic Force*

کلف‌های خورشیدی که در جهت چرخش خورشید حرکت می‌کنند معمولاً "به‌صورت دوتائی و یا گروهی دیده می‌شوند و کلف‌های تکنیز بندرت یافت می‌گردد. مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که لکه‌های خورشیدی از میدان مغناطیسی نیرومندی برخوردارند. گروه کلف‌های خورشیدی از نظر تمایلات قطبی به دو دسته مخالف و یا شمال و جنوب (مثبت و منفی) تقسیم می‌گردند. لکه جلویی که جلوتر از دیگر لکه‌ها حرکت می‌کند، بنام



کلف‌های دو قطبی - در این عکس خطوط میدان یا طیف مغناطیسی میان دو قطب مخالف کلف‌ها بخوبی دیده می‌شود. قسمت‌های روشن عکس به مشعلی تعلق دارد که در پی انگیزه‌های ناشناخته شروع به فعالیت نموده است.



عکس‌های بالا تعداد کلف‌های خورشیدی را در حالات حداقل و حداکثر نشان می‌دهد. عکس A که در ساعت ۳۲ و ۸ دقیقه بین‌المللی (U.T) ۵ سپتامبر ۱۹۷۴ برداشته شده، چهره خورشید را با حداقل کلف‌ها آشکار می‌سازد. عکس B در ساعت ۴۶ و ۹ دقیقه بین‌المللی (U.T) ۱۲ نوامبر ۱۹۷۹ گرفته شده و قرص خورشید را در حالت حداکثر فعالیت کلفی نشان می‌دهد. ارزش این عکس در آن است که، فعال‌ترین شرایط کره خورشید را در طول قرن بیستم نمایش می‌دهد.

قطب‌های مغناطیسی جای خود را در دو نیمکره عوض می‌کنند و یک دوره ۱۱ ساله دیگر را آغاز می‌نمایند و در نهایت پس از ۲۲ سال دوباره به حالت نخست بازمی‌گردند و به همین جهت می‌توان دوره تناوب کلف‌ها را ۲۲ سال محسوب داشت.

گردیده که ۷۵ تا ۸۰ درصد آن به امواج تئیدرو مغناطیس *Hydromagnetic Waves* دگرگون شده و به جای گداختن، رختانکره از آن عبور کرده و دمای جو بالای آن را فزونی بخشیده است.

دوره تناوبی کلف‌های خورشیدی *Periodic Course of Sunspots*

تعداد لکه‌های مرئی قرص خورشید بطور دوره‌ای در تغییر است. پدیده دوره تناوبی کلف‌های خورشیدی بوسیله هنریک شواب *Heinrich Schwabe* در سال ۱۸۴۳ پس از یک مطالعه ۱۷ ساله کشف گردید. در آن قسمت از دوره که شمار کلف‌ها به حداکثر می‌رسند، تعدادشان به صد و یا بیشتر بالغ می‌گردد و در زمان‌های حداقل به بیش از چندتا فزونی نمی‌یابد و حتی گاه تا چندین هفته اثری از لکه در قرص خورشید دیده نمی‌شود.

با وجود اینکه شواب معتقد است که دوره تناوبی لکه‌های خورشیدی ۱۰ سال است ولی بررسی‌های بعدی که به ویژه بوسیله آر. ولف *R. Wolf* بعمل آمده دوره تناوبی را به ۱۱ سال فزونی بخشیده و مطالعات ۵۰ سال اخیر میانگین دوره مزبور را معادل ۱۰/۴ سال به حساب آورده است. صرفنظر از چند مورد استثنائی کلا "اگر بطور مثال کلف‌های پیشرو (P) واقع در نیمکره شمالی دارای خاصیت مغناطیسی مثبت باشند، کلف‌های پیشرو نیمکره جنوبی از خاصیت مغناطیسی منفی بهره‌مند خواهند بود. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که این وضعیت در سرتاسر طول دوره تناوب یعنی ۱۱ سال ثابت می‌ماند و در پایان دوره دگرگون شده و

مناطق فعال خورشیدی

ACTIVE REGIONS

افزون بر کلف‌ها، نشانه‌های دیگری که بر فعالیت‌های خورشید دلالت دارند، بر چهره کره مزبور دیده می‌شود که زبان‌ها *Prominences*، مثل‌ها *Flares*، درخشه‌ها *Faculae*، روشن‌ها *Plages* و ریشه‌ها *Filaments* را می‌توان از آن جمله به شمار آورد.

روشن‌ها

Plages

نام روشن‌ها از آنجا اقتباس گردیده که اصل کلمه (یعنی پلاژ) در زبان فرانسه به مفهوم منطقه‌ای از ساحل دریا بکار می‌رود که به دلیل سپیدی دانه‌های شن و ماسه نور خورشید را به شدت منعکس نموده و پهنه‌های

خورشید می‌توان دید که نور را به خود جذب کرده و به‌سان رشته‌هایی تاریک بر چهره تابناک این ستاره فروزان جلوه‌گر شده‌اند، باوجود این ریشه‌هایی که در کنار لبه‌های قرص خورشید قرار می‌گیرند، از تاج‌های زمینه خورشید صدمبار درخشان‌تر بوده و گویای آن هستند که باید در زمره عوارض گسیلی *Emission Features* بشمار آیند و پیشگامان زبانه‌های خورشیدی محسوب گردند.

زبانه‌های خورشیدی

PROMINENCES

زبانه‌های خورشیدی از جمله زیباترین و تماشائی‌ترین پدیده‌های کره خورشید بشمار می‌روند. این پدیده به ویژه هنگامیکه در لبه قرص خورشید ظاهر می‌گردد، به ابرهای آتشی که از لایه‌های فوقانی رنگینکرة سر برآورده‌اند شباهت می‌یابد و بر زیبایی و جلوه خویش دوچندان می‌افزاید، دمای توده مرکزی زبانه‌های خورشیدی معمولاً بین ده هزار تا سی هزار کلوین بوده (حدود یک‌صدم دمای تاج خورشیدی) و تراکم آنها تقریباً صد بار بیشتر از انبوه محیط پیرامون آن است و جرم حجم معینی از زبانه‌ها حدود صد برابر بیشتر از جرم معادل مواد تاج خورشیدی است.

زبانه‌های خورشیدی را در شرایط عادی فقط می‌توان از طریق خطوط طیفی مشاهده نمود و در خورگرم (کسوف) های کامل مستقیماً در معرض دید قرار داد. دستیابی به وسایل و دستگاه‌های نوین فضائی در سال‌های اخیر، بررسی زبانه‌های خورشیدی را با سهولت بیشتر فراهم ساخته و مطالعه پدیده مزبور را به‌ویژه به‌کمک پرتوهای فرابنفش و X امکان پذیر نموده‌است. بررسی‌ها نشان داده که زبانه‌ها در مقابل پدیده‌های تابناکی چون تاج خورشیدی عوارض تاریکی بیش نیستند و میزان گسیلش امواج نورانی آنها در مقایسه با تاج خورشیدی بسیار ناچیز است. زبانه‌های خورشیدی را به دو گروه خاموش و فعال تقسیم می‌کنند.

زبانه‌های خاموش

Quiescent Prominences

در میان پایاترین پدیده‌های خورشیدی که از عمر نسبتاً طولانی برخوردارند، بایستی از زبانه‌های خاموش نام برد. این زبانه‌ها که شکل و ساختمان خود را تا چندین ماه و حتی یک سال حفظ می‌کنند، یکباره و بطور ناگهانی ناپدید می‌گردند و گاه بطور شگفت‌انگیزی فوران یافته و کوتاه زمانی بعد نابود می‌گردند. طول زبانه‌های خاموش حدود ۲۰۰ هزار کیلومتر و ارتفاع آنها به ۴۰ هزار کیلومتر و ضخامتشان به ۵ هزار تا ۸ هزار کیلومتر بالغ می‌شود.

زبانه‌های فعال

Active Prominences

از ویژگی این زبانه‌ها که در مقایسه با زبانه‌های خاموش عمر بس

سفید و روشنی را در دیده مجسم می‌سازد و همانند لکه‌هایی تابناک و روشن در زمینه رنگینکرة جلوه‌گر می‌شوند. ریشه‌ها تقریباً "بر درخسه" *Faculae* های رخشانکرة منطبق بوده و بیادگر مناطقی هستند که فزونی بسیار زیاد دما از ویژگی آنهاست و عارضه تابناکی بنام تاج خورشید *Corona* بر فراز آنها قرار گرفته‌است. ریشه‌ها بازگوکننده مناطقی هستند که از میدان مغناطیسی نیرومندی برخوردار بوده و از جمله نشانه‌های بارز فعالیت‌های خورشید بشمار می‌آیند. این پدیده‌ها همانند درخسه‌های رخشانکرة پیش از پیدایش کلف‌های خورشیدی بر سطح کره مزبور آشکار می‌گردند و تا مدتی پس از ناپدید شدن لکه‌های خورشیدی همچنان برجای می‌مانند، به همین مناسبت از اصطلاحی چون درخسه‌های رنگینکرة نیز می‌توان برای معرفی این پدیده استفاده نمود.

تصور بر این است که درخشدگی ریشه‌ها به فزونی فوق‌العاده زیاد جریان انرژی به درون جو خورشید مربوط بوده و همچنین با قدرت فراوان و شدت بسیار زیاد نیروی میدان مغناطیسی در ارتباط باشد.

برخلاف لکه‌های خورشیدی که ظاهراً "به دلیل شدت میدان مغناطیسی (که به ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ گاوس بالغ می‌گردد) از جریان مواد داغ به‌قسمت سایه *Umbrae* جلوگیری شده است، ریشه‌ها از میدان مغناطیسی ضعیف‌تری (حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ گاوس) برخوردار بوده و راه را برای پیدایش پدیده تابناکی بنام تاج خورشیدی که بر فراز آنها جای دارد، هموار ساخته‌اند.

ریشه‌ها

Filaments

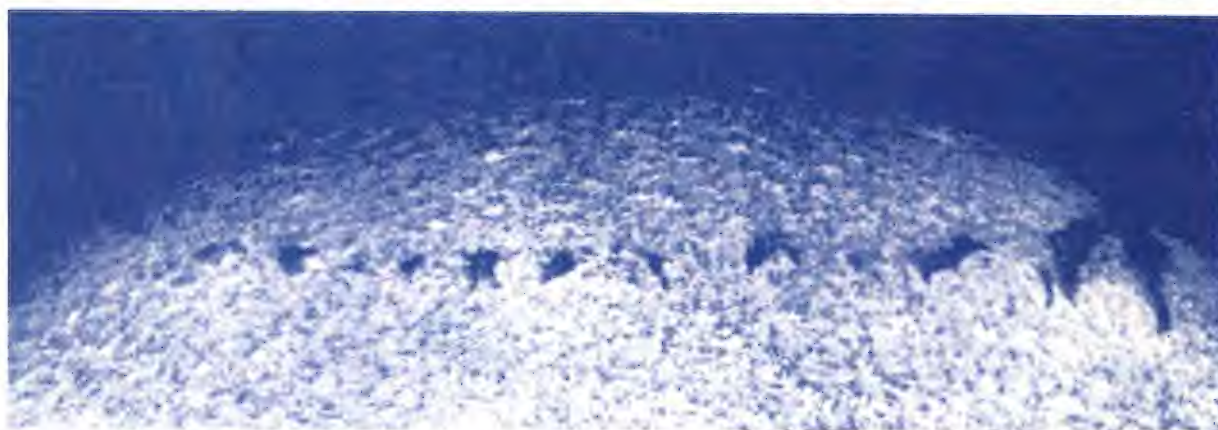
همانطوری که از نام آنها پیداست، عبارت از رشته‌ها و یا خط‌های دراز و خنثی‌ای هستند (همانند خطی که مناطق مغناطیسی را از نظر تمایلات قطبی از هم جدا می‌سازد) که اغلب برای چندین ماه (بطور عادی ۶ تا ۱۰ ماه) به حیات خویش ادامه داده و گاه بلافاصله پس از ظهور ناپدید می‌گردند و گاه مدت‌تی بعد دوباره از محل نخستین آشکار می‌شوند.

ریشه‌ها در واقع لوله‌ها و یا حلقه‌هایی از مواد نسبتاً متراکم و غلیظی هستند که دمای آنها کمابیش همسان با رنگینکرة بوده و بر فراز گروه کلف‌ها و در زیر تاج خورشیدی جای دارند. ریشه‌ها را بیشتر بدانجهت در قرص



در این عکس گروهی از لکه‌های خورشیدی همراه با ریشه‌ها و چند ریشه تاریک دیده می‌شود.

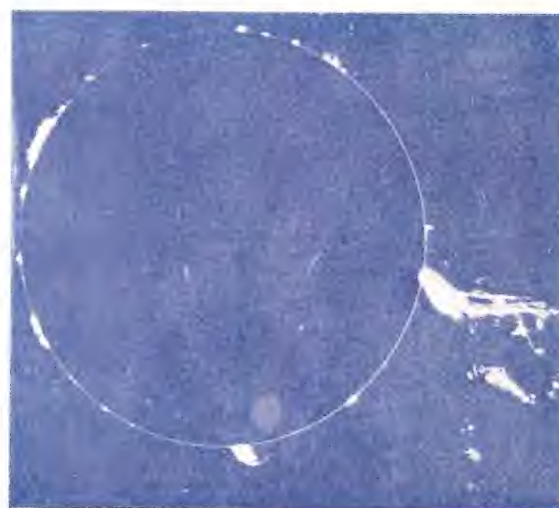
زبانهای خورشیدی - هماهنگ با چرخش خورشید بصورت رشته‌هایی نازک و طویل جلوه‌گر می‌شوند. این تصاویر در روزهای ۲۴ تا ۲۶ ژوئیه ۱۹۸۰ برداشته شده‌اند.



زبانهای خاموش - معمولاً هنگام آرامش خورشید بر چهره، آن آشکار می‌شوند. تاریخ عکسبرداری چهارم اکتبر ۱۹۶۶.



زبانهای قوسی - بلندی این زبانها بست به سطح رختانگه گاه به حدود ۶۵ هزار کیلومتر بالغ می‌گردد.



زبانهای حلقوی - ساختار حلقوی این زبانها وجود میدان مغناطیسی نیرومندی را در فرار گروه کلف‌های خورشیدی نشان می‌دهد.



این عکس استثنائی که در دوم مارس ۱۹۶۹ برداشته شده نوعی زبانسه فورانی را نشان می‌دهد. در این فوران که مدت ۲ ساعت و ۱۵ دقیقه به درازا کشید، توده‌ای از ابرهای آتشین خورشیدی با سرعتی برابر ۲۷۰ کیلومتر در ثانیه به خارج پرتاب گردید.

کوناهتری دارند این است که، در عرض چند دقیقه بشدت تغییر شکل می‌دهند و پیام‌آورانی از فعالیت خورشید بشمار می‌آیند. طول متوسط زبانهای فعال که معمولاً "با گروه لکه‌های خورشیدی همراهند به حدود ۶۰۰ هزار کیلومتر می‌رسد و به دو نوع قوسی و حلقوی تقسیم می‌گردند.

مشعل‌های خورشیدی از شماری دانه‌های گسیل دارنده، حرارت که دمای آنها به حدود ده‌هزار کلوین می‌رسد، تشکیل یافته‌اند، درون هر دانه هسته‌های درخشانی جای گرفته که قطر آنها بین هزار تا ده هزار کیلومتر است. میزان دمای گسیل شده از مشعل‌های خورشیدی را بوسیله دستگاه‌های مجهز به نور فرابنفش اندازه می‌گیرند.

مشعل‌ها که معمولاً "در کنار خط‌های خنثی نواحی فعال خورشیدی پدیدار می‌گردند، در آغاز از نقاط درخشان متراکمی تشکیل می‌یابند که بطور ناگهانی پهنه وسیعی به مساحت حدود 10^9 کیلومتر مربع را در عرض چند دقیقه فرا می‌گیرند. گاهی اوقات مشعل‌ها در طرفین خط خنثی ظاهر می‌گردند و همانند نوارهای فروزان طولی جلوه‌گر می‌شوند. مشاهداتی که روی لبه‌های قرص خورشید بعمل آمده، نشان می‌دهد که ارتفاع این پدیده نسبت به سطح رخشانگره به ۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ کیلومتر بالغ می‌گردد. مشعل‌های خورشیدی در عرض چند دقیقه به حداکثر درخشندگی خود می‌رسند و سپس به آرامی رو به خاموشی می‌نهند. در شرایط معمولی مدت زمان آغاز فعالیت تا خاموشی کامل مشعل‌ها از ۱۰ دقیقه تا چند ساعت بوده و برای مشعل‌های کوچک از ۲۰ دقیقه تجاوز نمی‌کند.

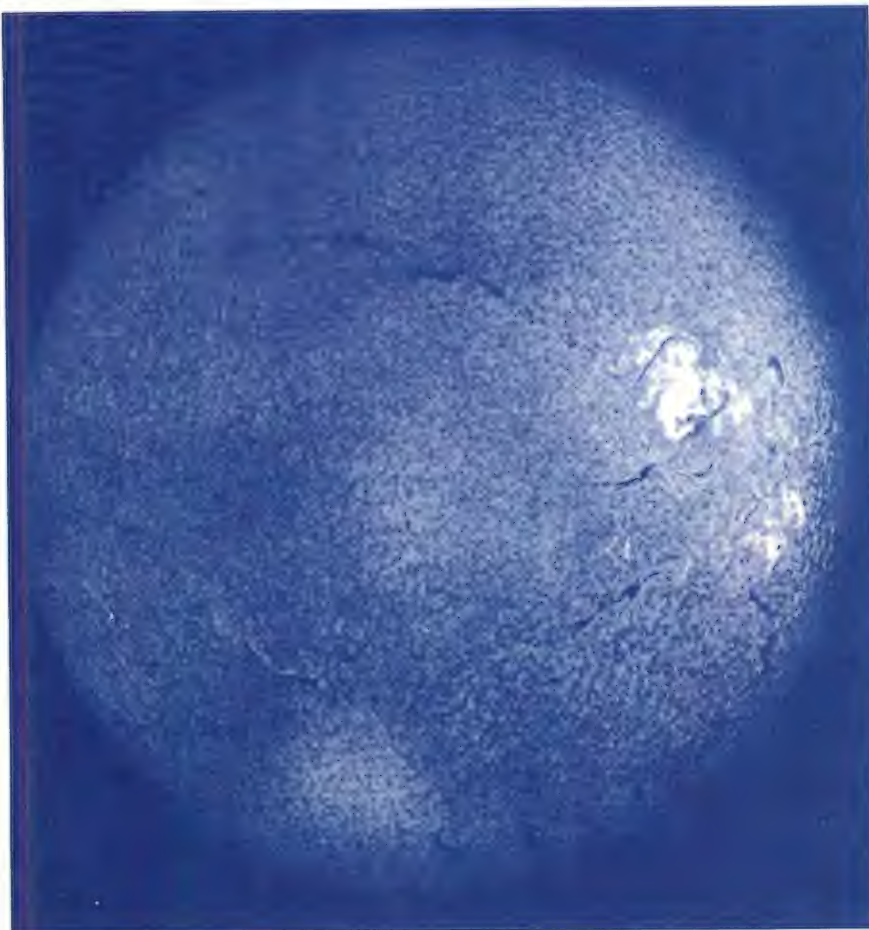
معمولاً مشعل‌ها را برحسب میزان درخشندگی و پهنه، زیر پوشش طبقه بندی می‌کنند و گاه نیز متناسب با درخشندگی تارکسان طبقه‌بندی می‌گردند تا توصیف بازدهی انرژی آنها آسان‌تر شود.

مشعل‌های خورشیدی

SUN FLARES

مشعل‌ها که محصول رهائی وحشتناک انرژی انباشته شده در اطراف نواحی فعال خورشیدی هستند، رها سازنده ذرات اتمی و گسیل دارنده تشعشعات منعکسه در طیف مغناطیس می‌باشند.

ریچارد کرینگتون *Richard Carrington* انگلیسی، نخستین دانشمندی است که در سال ۱۸۵۹ این پدیده شگفت‌انگیز را در نور سفید مشاهده نموده است. از آنجائی که پدیده مزبور زمینه‌ای چون سطح تابناک رخشانگره را در پشت سر دارد، از این رو دیدار آن در شرایط عادی بسیار دشوار بوده و قاعدتاً مشعل‌های مرئی در نور سفید را بایستی جزو مشعل‌های بسیار کمیاب بشمار آورد و برکشف ریچارد کرینگتون ارج نهاد.



این مشعل که در ۱۷ اوت ۱۹۷۲ در سطح خورشید دیده شده یکی از بزرگ‌ترین مشعل‌هایی است که تاکنون به ثبت رسیده است. این مشعل میزان فعالیت فروزه‌های قطبی کره زمین را فزونی بخشید و در امواج کوتاه رادیویی اختلالاتی پدید آورد.

تجاوز نمی‌کند. علت وقوع این انفجارها، عبور الکترون‌ها از میان پلاسمای تاج‌های خورشیدی با سرعتی معادل نصف سرعت نور است.

ت - انفجارهای نوع چهارم *Iv Bursts* که متحرک بوده و از میان تاج خورشیدی با سرعت ۱۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلومتر در ثانیه عبور می‌کنند.
ث - انفجارهای نوع پنجم *V Bursts* که شبیه انفجارهای نوع سوم هستند و احتمالاً از به‌دام افتادن و یا تاخیر پاره‌ای الکترونیهای بسیار سریع پدید می‌آیند.

بررسی مشعل‌های خورشیدی ما را به حل بسیاری از معماها و رازهای ناشناخته یاری می‌کند. امروزه به تحقیق روشن گردیده که پرتوهای X و فرابنفش و همچنین ذره‌های گسیل شده از مشعل‌های خورشیدی اثر مستقیمی روی کره زمین داشته و مشعل‌های بزرگ تهدیدی جدی برای فضاوردان بشمار می‌آیند.

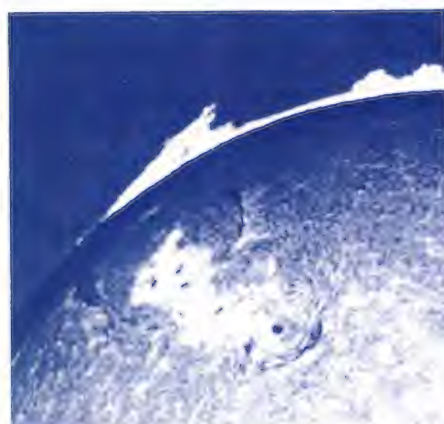
شناخت مکانیسم مشعل‌های خورشیدی راه حل‌های ارزنده‌ای در زمینه تحصیل انرژی از راه گدازش هسته‌ای در اختیار ما می‌گذارد و دریچه‌های امیدبخشی برای برطرف سازی بحران انرژی فراوری ما می‌گشاید و علاوه بر آن بررسی رفتار ستارگان دور دستی که گاهگاه مشعل گردیده و درخشندگی آنها دستخوش نوساناتی می‌شود نیز از راه مطالعه مشعل‌های خورشیدی امکان پذیر می‌گردد.

مشعل‌های خورشیدی کلاً "مشاء" تولید تشعشعاتی مانند پرتو X هستند که در پی جریان جویبارهایی از الکترون و گاه پروتون که غالباً با گسیلش توده‌های عظیمی از مواد همراهند، پدید آمده‌اند. ذرات مزبور که به سوی جو خارجی خورشید روان هستند، حامل اثرات مهمی روی مناطکره *Magnetosphere* و همچنین جو زمین می‌باشند. یک مشعل بزرگ بطور متوسط حدود 10^{39} الکترون و به همین اندازه پروتون به خارج گسیل می‌دارد. الکترون‌ها با سرعت و شتاب زیاد از جو خورشید عبور می‌کنند و با به نوسان درآوردن پلاسمای تاج‌های خورشیدی *Corona* به پیدایش امواج رادیویی می‌انجامند. امواجی که بدینسان تولید شده‌اند به پنج نوع زیر تقسیم می‌گردند:

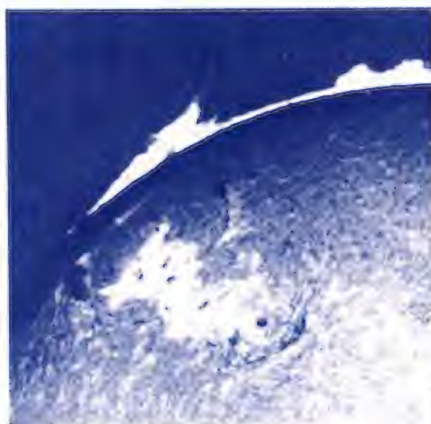
الف - توفانهای صدائی *Noise storms* که فقط با یک سری انفجار توانمند و عمر آنها از چند ساعت تا چند روز به درازا می‌کشد.

ب - انفجارهای نوع دوم *II Bursts* که دارای طول موجی معادل ۳۰۰ تا ۱۰ مگاهرتز *MHz* بوده و در پی عبور سریع لریزه‌های بسیار شدید از میان تاج خورشیدی که سرعتشان به ۸۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر در ثانیه بالغ می‌گردد، پدید می‌آیند.

پ - انفجارهای نوع سوم *III Bursts* که دارای طول موجی برابر ۸۰۰ تا ۱۰ مگاهرتز *MHz* بوده و عمر کوتاه آنها از چند ثانیه



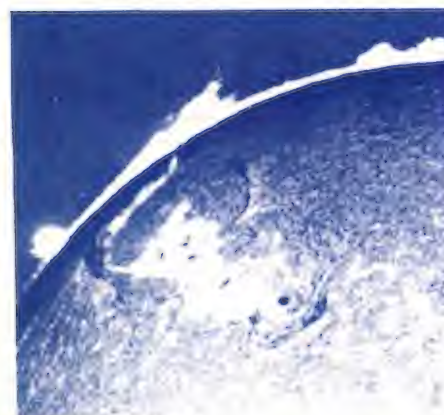
1536.00 UT



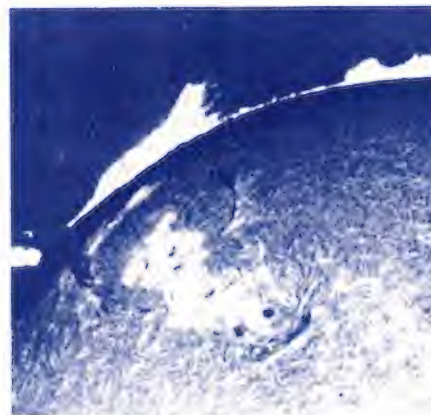
1539:30



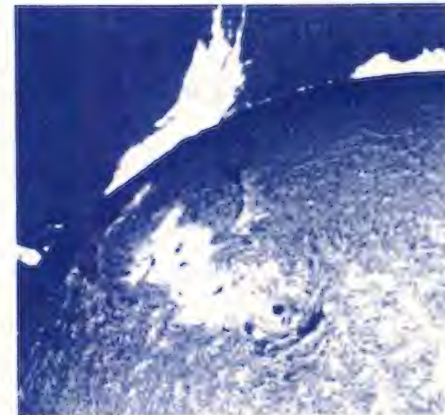
1541:15



1543:15



1548:30



1612:15

این عکس‌ها که در ۲۱ مه ۱۹۶۷ برداشته شده، مراحل پیدایش و تکامل مشعل خورشیدی کوچکی را نشان می‌دهد. ارقام زیر عکس‌ها زمان عکسبرداری را مشخص می‌سازند.

را در خود فرو می‌برند.

درازای بلندترین و بزرگترین گیسوها که بر فراز کلف‌های خورشیدی جلوه‌گر می‌شوند گاه تا بیست برابر شعاع خورشید فزونی می‌یابند.

تاج‌های خورشیدی

CORONA

ساختار تاج‌های خورشیدی *Struture of the Corona*

از آنجائی که تاج‌های خورشیدی به دلیل وجود گازهای گداخته و برخورداری از دمای بسیار زیاد، گسیل‌گر *Emitter* نیرومندی از نظر پرتو X بشمار می‌روند، لذا به کمک شیوه‌های مجهز به پرتو X ، ساختار و تراکم بخش‌های مختلف این پدیده را مورد مطالعه قرار داده و سه بخش متمایز زیر را در آن مشخص ساخته‌اند:

الف - بخش فعال و نقاط درخشان تاج‌های خورشیدی که گسیل‌گر پرتوهای X روشن هستند و با میدان‌های نیرومند مغناطیسی همراهند.

ب - بخش آرام که گسیل‌دارنده پرتوهای X ضعیف‌تر بوده و نسبت به پرتوهای بخش الف گسترده‌ترند.

پ - چاله‌های تاجی *Coronal Holes*
تاج‌های خورشید از دیدگاه تلسکوپی و مغناطیسی نیز به سه بخش عمده به شرح زیر تقسیم می‌گردند:

۱- بخش K - که منعکس‌کننده طیفی ممتد بوده و اثری از خط‌های فراونیهوفر در آن دیده نمی‌شود. نور این قسمت که درونی‌ترین بخش تاج خورشیدی است، همسان نور رخشانگر بوده و بوسیله الکترون‌های بسیار سریع منتشر می‌گردد.

۲- بخش F - که آن نیز به صورت طیف ممتد و فاقد خطوط فراونیهوفر خودنمایی می‌کند و بخش بیرونی تاج را تشکیل می‌دهد. دنباله این قسمت گاه تا دو برابر شعاع خورشید در فضا گسترش می‌یابد. این قسمت که از غبارهای موجود بین سیارات تشکیل یافته است، ارتباطی با جو خورشید نداشته و بخشی از فضای نزدیک به خورشید محسوب می‌گردد. نور سفیدی که هنگام کسوف از زمین دیده می‌شود و یا بوسیله تاجنگارهای مداری ثبت می‌گردد، متعلق به بخش‌های K و F تاج خورشیدی است.

۳- بخش E - که از یک سری خطوط گسیل‌دارنده نور کم‌رنگ حاصله از یون‌هایی که به آرامی حرکت می‌کنند، تشکیل یافته و طیف ممتد و ضعیفی را ایجاد نموده است. وجود این خطوط، دمای بسیار زیاد تاج خورشیدی را که از 10^6 کلوین بیشتر است، ثابت می‌سازد.

دمای تاج خورشیدی *Temperature of the Corona*

ظاهراً تصور این است که دمای تاج‌های خورشیدی قاعدتاً نباید از دمای رخشانگر که چیزی حدود شش هزار کلوین است تجاوز نماید. اما حقیقت چیز دیگری است.

در سال‌های اخیر، کاربرد وسایل بسیار نوین و سیستم‌های پیشرفته ثابت کرده است که تاج‌های خورشیدی از دمای بس زیاد و فوق تصویری برخوردارند. عدم وجود خطوط فراونیهوفر در طیف بخش K و وجود فلزات فوق‌العاده یونیده در بخش E تاج‌های خورشیدی دلیلی بر همین مدعا است. بررسی‌های انجام شده روی پمپ‌رفته نشان می‌دهد که دمای بخش K تاج

تاج‌های خورشیدی در جو خارجی کره خورشید جای دارند و نور کمابیش ضعیفی را که بطور متوسط از فروغ ماه شب چهارده (بدر) کمتر است از خود گسیل می‌دارند و چون در فروغ خیره‌کننده رخشانگره غرق شده‌اند، لذا جز در کسوف‌های کامل، با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند. اختراع تاجنگار *Coronagraph* در دهه ۱۹۳۰، بررسی بخش‌های درونی تاج خورشیدی را در شرایط مساعد و از جایگاهها و رصدخانه‌های مرتفع فراهم ساخت و در آغاز دهه ۱۹۷۰، هنگامیکه دستگاه تاجنگار به دست انسان در مدار زمین قرار گرفت، مطالعه دائمی پدیده مزبور به نحو مطلوب امکان‌پذیر گردید. کاربرد شیوه‌ها و تکنیک‌های مجهز به پرتوهای فرابنفش و X نیز گام بزرگ دیگری در این زمینه شمار آمد و مطالعه پدیده مزبور را که تا آن زمان منحصر به لبه‌های قرص خورشید بود، به سراسر کره فروزان عالم منظومه شمسی تعمیم داد.

تاج‌های خورشیدی ظاهر کاملاً متفاوتی دارند و کلاً شکل و فرم آنها به حالات و دگرگونی‌های نوبه‌ای کره مزبور یا سیکل خورشید بستگی دارد. هنگامی که خورشید از نظر فعالیت‌های کلفی در آرامش *Solar Minimum* بسر می‌برد، تاج‌های خورشیدی نسبت به امتداد نیمگان (استواء) کره مزبور از فرم گسترده همگون و متقارنی برخوردار می‌شوند و در فعالیت‌های شدید مغناطیسی یا کلفی که به آن سخت‌کوشی خورشید *Solar Maximum* می‌گویند، همانند توده‌های عظیمی از ابر سفید در نواحی قطبی انباشته می‌گردند و پدیده‌ای بنام پره‌های قطبی *Polar Plumes* را به وجود می‌آورند و گاه در فعالیت‌های کلفی به صورت هاله‌ای یکسان و یکنواخت بر گرداگرد خورشید پرتوافشانی می‌کنند. دنباله طویل تاج‌ها و یا گیسوی *Streamer* خورشید که بر فراز نواحی فعال رخشانگره جای دارند و بیشتر به شکل بادبزین و یا رشته‌های نورانی جلوه‌گر می‌شوند، بیانگر تبعیت از میدان‌های مغناطیسی موضعی بوده و پیروی از شرایط هندسی میدان‌های مزبور را گویا هستند.

کمان‌های کوچک و متراکم موجود در تاج‌های کوتاه، مدارهای رابط میان قطب‌های مغناطیسی و یا خطوط طیفی میدان مغناطیس را مشخص می‌سازند و قوس‌های بزرگ مناطق مغناطیسی مخالف را به صورت پل‌های تنظیم بهم می‌پیوندند و گیسوهای بلند و ممتد خورشیدی که گاه تا چند برابر شعاع خورشید در فضا گسترش می‌یابند، بر فراز آنها پدیدار می‌شوند. بطور کلی در آرامش‌های خورشیدی، تاج‌های بادبزنی و دیگر عوارض تاجی به صورت گیسوهای بلند و در سخت‌کوشی‌ها، همانند هاله‌ای سراسر خورشید

که کارشناسان فضائی را در سال‌های اخیر به اندیشه واداشته و در پی چگونگی آن به تحقیق برخاسته‌اند. فرضیاتی چون انرژی لرزه‌ای حاصله از غلیان و فعالیت‌های فرا رفت رخسانکره و یا اثرات مغناطیسی که برای بیان علت فزونی دمای تاج خورشیدی ارائه شده، هنوز با تردیدهایی روبروست و به بررسی‌های بیشتری نیازمند است.

حدود 2×10^6 کلوین و دمای دیگر جاهای تاج خورشیدی بین 1×10^6 تا 5×10^6 کلوین در تغییر است. تراکم مواد در تاج خورشیدی همانند دمای آن و به نسبت عکس فاصله از خورشید کاهش می‌یابد، آنچنانکه تراکم متوسط در بخش‌های داخلی تاج که حدود 10^{15} الکترون در مترمکعب است در فاصله ۲ برابر شعاع خورشید ده‌هزار بار کمتر می‌شود، این که چرا تاج‌های خورشیدی از این‌چنین دمائی برخوردارند، خود مسئله‌ای است



این عکس که مربوط به کسوف ۱۲ نوامبر ۱۹۶۶ است و طی دوران سخت‌کوشی خورشید برداشته شده، گیسوهای تاج خورشیدی را که تا فاصله‌ای حدود $4/5$ برابر شعاع خورشید در فضا گسترش یافته‌اند، نشان می‌دهد. زبانه‌های خورشیدی نیز در لبه قرص ستاره فروزان منظمه شمسی دیده می‌شوند.

چاله‌های تاجی نخست به صورت حفره‌های کوچک در نزدیک نیمگان (استوا) خورشید ظاهر می‌شوند و هماهنگ با چرخش خورشید به گرد کره مزبور به گردش درمی‌آیند و به تدریج بوسعت خویش می‌افزایند و سرانجام به نواحی قطبی می‌پیوندند (بدیهی است به قطبی خواهند پیوست که از نظر تمایل مغناطیسی در جهت مخالف قرار دارد) و سپس جمع و کوچک شده و در نهایت ناپدید می‌گردند، این دوره که از پیدایش چاله‌ها آغاز شده و به ناپدید شدن آنها پایان می‌یابد، کلاً ۷ یا ۸ ماه به درازا می‌کشد.

چاله‌های تاجی

CORONAL HOLES

باد خورشیدی

SOLAR WIND

دانشمندان قرن نوزدهم، خورشید را سرچشمه جویباری از ذرات ابرگونه‌ای که در فضای بین سیارات روان است، می‌پنداشتند و بر این اعتقاد بودند که پدیده‌هایی چون فروزه‌های قطبی *Polar Lights* و توفان‌های مغناطیسی *Magnetic Storm* (که اختلالاتی را در میدان مغناطیس زمین موجب می‌گردد)، از برخورد ابرگونه مزبور با جو زمین پدید می‌آیند.

این نظریه در سال ۱۹۰۰ بوسیله الیور لوج *Oliver Lodge* انگلیسی چاپ و منتشر گردید و حدود سی سال بعد یعنی در سال ۱۹۳۲ جی. بارتلز *J. Bartels* خاطرنشان ساخت که ارتباطی میان توفان‌های مغناطیسی و فعالیت مثل‌های خورشیدی موجود نیست و احتمالاً این پدیده را بایستی با دوره چرخش ۲۷ روزه خورشید مربوط دانست. به‌گمان بارتلز اختلالات مغناطیسی زمین بر اثر فعالیت مناطقی از خورشید که آنها را مناطق *M* می‌نامید، ایجاد می‌گردد.

مناطق از خورشید که از طرفی میدان مغناطیسی آنها ضعیف بوده و از سوی دیگر طیف مغناطیسی آنها باز باشد، به صورت پدیده‌ای بنام چاله تاجی جلوه‌گر می‌شوند. به عبارت دیگر این مناطق که تا فضای میان سیارات گسترش می‌یابند فاقد خطوطی هستند که دو قطب مختلف مغناطیسی را به هم متصل می‌سازند. مناطق مزبور متناسب با دور شدن از خورشید بر ابعادشان افزوده می‌گردد، بطوری که قطر آنها در فاصله‌ای معادل سه برابر شعاع خورشید به هفت برابر قطر اولیه یا قطر پایه تاج فزونی می‌یابد.

چاله‌های تاجی در عکاسی با پرتو *X* به صورت لکه‌های سیاه جلوه‌گر می‌شوند و منطقه وسیعی از قرص مرئی خورشید را به زیر پوشش می‌برند این پدیده معمولاً در کلاهک‌های قطبی ظاهر می‌شود و موجبات پیدایش پره‌های قطبی را فراهم می‌سازد.

با وجودی که دمای چاله‌های تاجی حدود ۱۰۶ کلوین است، مع الوصف ۲ تا ۵ بار سردتر از دیگر نواحی تاج خورشیدی هستند و تراکم آنها نیز حدود ۳۰ درصد تراکم نواحی اطراف آنها است.

در خارج چاله‌های تاجی، جویباری از ذرات روان به چشم می‌خورد که از امتداد خطوط میدان مغناطیس تبعیت می‌کنند و پدیده‌ای را بنام باد خورشیدی *Solar Wind* به وجود می‌آورند.

این ذرات که از چاله‌های تاجی سر برمی‌آورند، هرچه از خورشید دورتر می‌شوند بر سرعتشان افزوده می‌گردد تا جایی که در فاصله ۲ تا ۳ برابر شعاع خورشید به حداکثر سرعت خود می‌رسند.



۲۲ ژوئن



۲۵ ژوئیه



۲۱ اوت



۱۶ سپتامبر



۱۴ اکتبر



۱۰ نوامبر

در این تصاویر که به شیوه پرتو *X* عکاسی شده، مراحلی از گسترش و تحول یک چاله تاجی را طی شش بار چرخش خورشید، نشان می‌دهد. شگفت آنکه چاله‌های تاجی برخلاف کلف‌ها، همانند عارضه‌ای که روی یک کره جامد قرار گرفته باشند، به گرد محور خورشید می‌چرخند.

شده. این وضعیت نشان می‌دهد که خورشید از جرم خود حدود 10^9 کیلوگرم در ثانیه می‌گاهد و آن را به پدیده‌ای بنام باد خورشیدی مبدل می‌سازد. با این روند مدتی معادل حدود 6×10^{13} سال وقت لازم است تا تمام جرم خورشید بر باد رود. جالب اینجاست که این مدت تقریباً 10^4 بار طولانی‌تر از مدت زمان آغاز پیدایش و فعالیت خورشید تا زمان حاضر است.

انرژی خورشیدی

SOLAR ENERGY

فیزیکدانان خورشیدی سالهاست که مکانیسم تولید انرژی خورشید را زیر بررسی داشته و چگونگی آن را با احتمال نزدیک به یقینی توصیف نموده‌اند. به گمان این کارشناسان، هرچه به مرکز خورشید نزدیک شویم بر میزان تراکم و دما و فشار افزوده می‌گردد تا جایی که دمای توده مرکزی به حدود 15 میلیون کلوین بالغ می‌گردد. تراکم این قسمت حدود 158×10^5 کیلوگرم در مترمکعب است که تقریباً 12 برابر تراکم سرب است و فشار آن چیزی حدود 258×10^{11} بار از فشار جو کره زمین بیشتر است. توده مرکزی خورشید که حدود 25% شعاع خورشید را به خود اختصاص داده است، فقط $\frac{1}{64}$ حجم خورشید را اشغال نموده و در مقابل 50% درصد جرم کلی کره مزبور را شامل گردیده است.

50% درصد از 99% درصد کل انرژی خورشیدی که بوسیله توده مرکزی تولید می‌گردد، فقط بوسیله 5 تا 10% درصد جرم خورشید تأمین می‌شود. فشار فوق‌العاده زیاد و همچنین دمای بسیار بالای توده مرکزی باعث گردیده تا این قسمت به حالت گازهای یونیده *Ionized* ای که عمدتاً شامل پروتون و الکترون‌های سریع می‌باشند، درآید.

گمان می‌رود که خورشید از نظر ترکیبات شیمیایی کلاً "جسم همگن و یکنواختی است و بین مواد درونی و بیرونی آن شباهت تامی وجود دارد. رویه‌مرسته 78% درصد جرم خورشید از هیدروژن، 20% درصد از هلیوم و 2% درصد از عناصر دیگری چون کربن، نیتروژن و اکسیژن تشکیل یافته است. درون خورشید مستعد واکنش‌های دما هسته‌ای *Thermonuclear* است و نسبت هیدروژن در توده مرکزی 36% درصد است.

The Proton - Proton Chain

زنجیره پروتون - پروتون

به گمان کارشناسان، انرژی خورشیدی از راه واکنش‌های هسته‌ای که اصطلاحاً "واکنش پروتون-پروتون *P.P. Reaction*" نامیده می‌شود، تأمین می‌گردد. در این شیوه، نخست چهار هسته‌ای درون (پروتون) با هم جوش خورده و ترکیبی می‌شوند و یک هسته هلیوم را که شامل 2 پروتون و 2 نیوترون

نتایج حاصله از بررسی دنباله یا کیسوی سنارگان دنباله‌دار برنظریه گسیلش ذرات خورشیدی نیرو بخشید و در سال 1958 ای.ان. پارکر *E.N. Parker* ثابت نمود که ذراتی از تاج خورشیدی جدا گردیده و از هر سو در فضای بین سیارات به حرکت درمی‌آیند و پدیده‌ای را بنام باد خورشیدی بوجود می‌آورند. به گمان پارکر، دمای فوق‌العاده زیاد تاج‌های خورشیدی، فشارهای زیادی را موجب گردیده و به جریان برونسوی *Outward* مواد خورشیدی می‌انجامد. از آنجائی که هیچ مانع خارجی در سر راه مواد مزبور وجود ندارد، لذا از سرعت جریان آنها کاسته نمی‌گردد و به سان گلوله‌ای که در سراسیم غلطان است، همچنان به راه خود ادامه می‌دهند. مثلاً این پدیده همانا تاج خورشیدی است که بنا بر سرشت خود همواره در انبساط و پراکنش بوده و برای جایگزینی مواد از دست رفته، از لایه‌های زیرین خویش تغذیه می‌کند. اما اینکه مکانیسم تغذیه دقیقاً چگونه عمل می‌کند؟ هنوز به درستی روشن نیست.

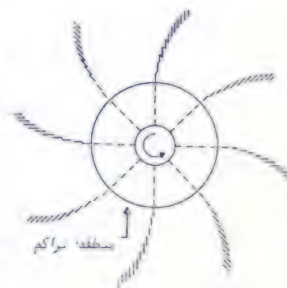
نتایج بدست آمده از کاوش‌های فضائی کشورهایی چون اتحاد جماهیر شوروی و آمریکا (به‌ویژه مارینر ۲) مداومت باد خورشیدی را ثابت می‌سازد و با آغاز عصر فضا، تحقیق در زمینه آشنائی با این مکانیسم با جدیت هرچه تمامتر دنبال می‌گردد و هر روز بر آگاهی ما در مورد شناخت پدیده باد خورشیدی افزوده می‌شود.

ویژگی‌های باد خورشیدی *Properties of the Solar Wind*

باد خورشیدی بطور پیوسته و با سرعت بین 200 تا 900 کیلومتر در ثانیه در فضای میان سیارات می‌وزد (رقم بین 400 تا 500 کیلومتر در ثانیه را می‌توان سرعت متوسط بادهای خورشیدی محسوب داشت) و ذراتی که بوسیله باد خورشیدی حمل می‌شوند حدود 4 تا 5 روز وقت لازم دارند تا به زمین برسند. باد خورشیدی شامل تعدادی الکترون و پروتون همراه با مقدار کمی یون‌های سنگین می‌باشد. مهمترین ذرات باد خورشیدی در فاصله خورشید تا زمین را ذرات آلفا (هسته هلیوم) تشکیل می‌دهند که حدود 4 تا 5 درصد مجموع ذرات را به خود اختصاص داده‌اند. تراکم متوسط این ذرات چیزی حدود 6×10^8 در مترمکعب است که این رقم با فاکتوری معادل بیش از صد در تغییر است. (بطور مثال تراکم ذرات مزبور در سطح دریای زمین برابر 25×10^2 در مترمکعب می‌باشد).

دمای پلاسمای باد خورشیدی که برحسب پراکنش سرعت ذرات بیان می‌گردد، در نزدیکی‌های زمین حدود 10^5 کلوین است. با این ترتیب ظاهراً زمین در لفافی از پلاسما بسیار گداخته، و بسیار رقیق پوشیده

ذرات تشکیل دهنده باد خورشیدی، هماهنگ با چرخش خورشید، به سان آبی که از یک فواره چرخنده جهش می‌یابد، از خورشید به خارج پرتاب می‌شوند. نیروی میدان مغناطیس کره مزبور در نزدیکی‌های خورشید به حدی است که ذرات پرتاب شده را همراه با چرخش خورشید در فضا به گردش در می‌آورد.

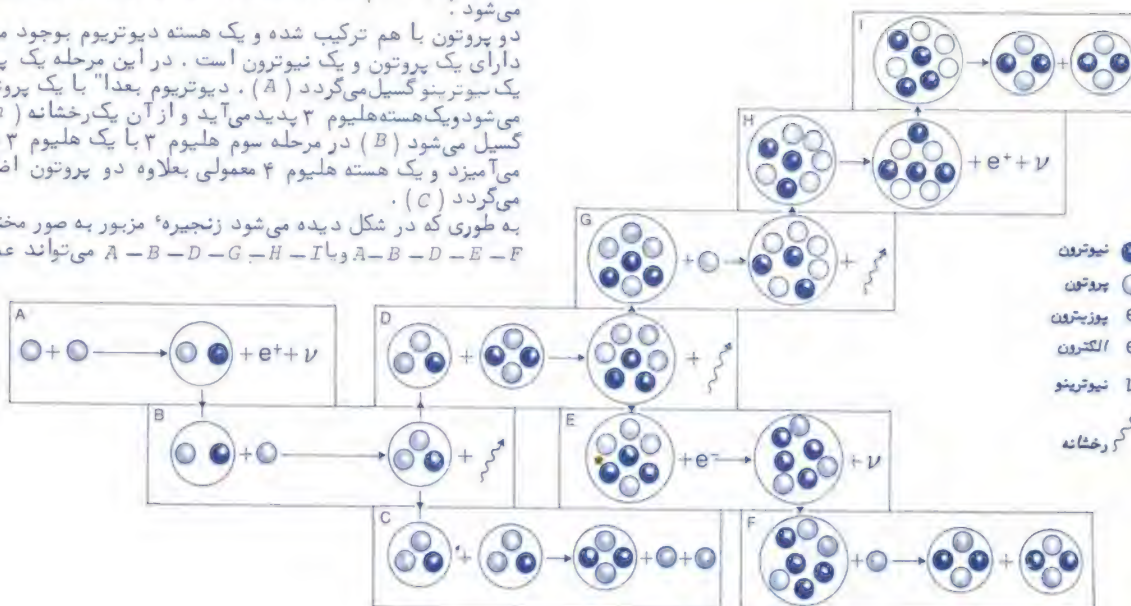


زنجیره پروتو - پروتون

منبع اصلی انرژی خورشیدی از راه زنجیره‌ای از واکنش‌های هسته‌ای تغذیه می‌گردد. در این زنجیره هسته‌ای دوترن (پروتون) به ترتیب زیر به هلیوم (هر اتم هلیوم شامل دو نیوترون و دو پروتون است) تبدیل می‌شود.

دو پروتون با هم ترکیب شده و یک هسته دیوتریوم بوجود می‌آورند که دارای یک پروتون و یک نیوترون است. در این مرحله یک پوزیترون و یک نوترینو گسیل می‌گردد (A). دیوتریوم بعداً با یک پروتون ترکیب می‌شود و یک هسته هلیوم ۳ پدید می‌آید و از آن یک رخشان (Photon) گسیل می‌شود (B). در مرحله سوم هلیوم ۳ با یک هلیوم ۴ دیگر در هم می‌آمیزد و یک هسته هلیوم ۴ معمولی بعلاوه دو پروتون اضافه تولید می‌گردد (C).

به طوری که در شکل دیده می‌شود زنجیره مزبور به صورت مختلفی مانند $A-B-D-E-F$ و $A-B-D-G-H-I$ می‌تواند عمل نماید.



این کشف نظر تیزبین خورشیدشناسان را به خود جلب کرده و اندازه-گیری‌های دقیقی که از آن تاریخ به بعد به عمل آمد، نشان داد. علاوه بر اینکه کره خورشید در مدت زمانی بین ۵ دقیقه تا حدود یک ساعت نوسان می‌کند، دامنه نوسان سطح آن (که در جهت قائم انجام می‌شود)، حداکثر ۵ کیلومتر و سرعت فراز و نشیب آن حدود ۱۰ متر در ثانیه است.

البته ستارگان بسیاری همچون قیفاووسی‌ها *Cepheids** در جهان بی‌کران یافت می‌شوند که ویژگی نوسانی آنها از مدت‌ها پیش شناخته شده و طبیعتاً این پدیده تنها به ستاره ما منحصر نخواهد بود.

همانگونه که با نواختن زنگ، بدنه آن با فرکانس‌های مناسبی به لرزش درمی‌آید، خورشید نیز دارای فرکانس‌هایی است که برخلاف زنگ (که هر گاه نواختن آن متوقف گردد، از ارتعاش بازمی‌ایستد)، پیوسته به نوسان - های خود ادامه می‌دهد و از ایجاد ارتعاش نمی‌آرامد. کارشناسان در ارتباط با چگونگی این مکانیسم، واکنش‌های هسته‌ای توده مرکزی زمین را خالی از نقش نمی‌دانند.

دانشمندان به کمک تجزیه و تحلیل و پردازش نوسانات و ارتعاشات کره خورشید، به ساختار درونی خورشید راه می‌یابند و همانند نقشی که امواج زمین لرزه در شناخت ساختمان درونی زمین برعهده دارند، برای آگاهی از چگونگی ساختمان اعماق ستاره فروزان عالم منظومه شمسی، نوسان‌های خورشیدی را به خدمت می‌گیرند.

بررسی نوسان‌های مزبور، به ویژه پژوهش‌های سال ۱۹۶۰ به کشف لایه‌های موجی در ژرفای ده هزار کیلومتری سطح خورشید انجامید و شاعی بودن انتشار امواج نوسانی و همچنین تأثیرپذیری همگن و همسان سراسر خورشید را در برابر ارتعاشات مزبور ثابت نمود.

است، پدید می‌آورند و جرمی که در پایان کار باقی می‌ماند فقط ۷/۰ درصد اجزاء ترکیب‌کننده می‌باشد که این تقلیل مبین تبدیل جرم به انرژی است. تئوری معروف نسبیت و فرمول $E=mc^2$ رابطه میان جرم m و انرژی E را به خوبی آشکار می‌سازد، از آنجائی که c یعنی سرعت نور رقم بسیار بزرگی است، لذا انرژی رها شده نیز کمیت بسیار بزرگی خواهد بود. محاسبات نشان می‌دهد که خورشید برای تأمین این انرژی که مداوم درخشندگی از جمله آثار آن هستند، دقیقاً "در هر ثانیه بایستی بیش از 4×10^6 تن ماده مصرف نماید.

نوسان‌های خورشیدی

SOLAR OSCILLATIONS

در سال ۱۹۷۳، هنگامی که آ.ج. دیک *R.H. Dicke* به اندازه‌گیری ابعاد و محاسبه نسبت دقیق قطر استوائی به قطر قطبی خورشید مشغول بود، به کشف پدیده شگفت‌انگیزی بنام نوسان‌های خورشیدی دست یافت و پی برد که کره مزبور همانند یک جسم ژلاتینی یا خمیری آنچنان نوسان می‌کند که گاه نواحی قطبی آماس کرده و در نواحی استوائی پختی ایجاد می‌شود و گاه برعکس نواحی قطبی فرورفته و مناطق نیمگانی متورم می‌گردد.

* ستارگان موجود در صورت فلکی قیفاووس واقع در نیمکره شمالی، در این صورت فلکی که از شخصیت اساطیری یونان باستان نام گرفته است،

ستاره دلتا از قیفاووسیان برجسته و جالب توجه می‌باشد.

در اینکه توده مرکزی خورشید در حال گدازش بوده و درخشندگی کره مزبور به واکنش‌های دما هسته‌ای حاصل از تبدیل ثیدرژن به هلیوم بستگی دارد، ظاهراً هیچ تردیدی نیست، اما چگونگی آن هنوز مورد بحث و تردید است. مسلم این است که خورشید پیوسته در جنبش و دگرگونی است و شرایط جوی زمین به شدت تحت تأثیر این تغییرات است.

زیستگرد خورشید

LIFE CYCLE OF SUN

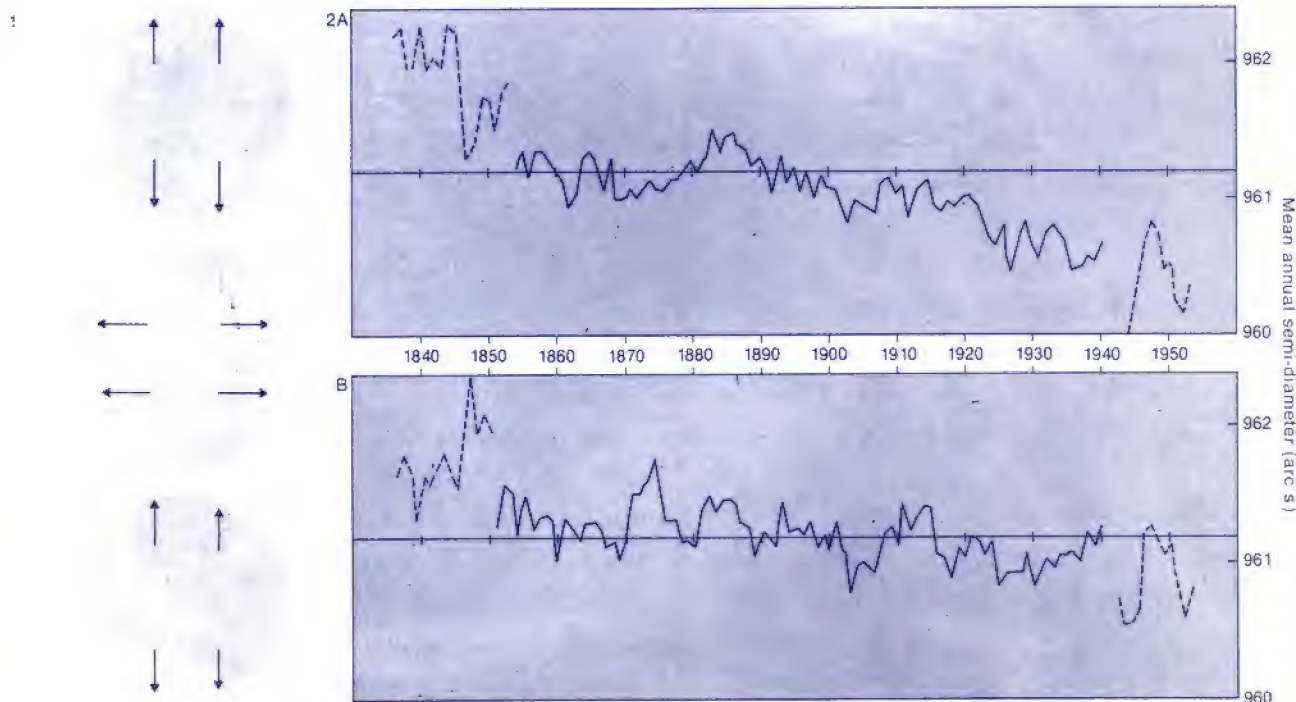
برای شناخت زیستگرد خورشید لازم است به مسائل بسیاری به ویژه در زمینه تکامل ستارگان توجه گردد. از آنجائی که عمر ستارگان به چندین هزار میلیون سال می‌رسد، لذا پی‌گیری مراحل تکاملی یک ستاره از زمان پیدایش تا مرگ آن غیرممکن است، اما بررسی ستارگان گوناگونی که در مراحل مختلفه تکامل قرار گرفته‌اند خود دریچه‌ای است برای آشنائی با بسیاری از ناشناخته‌ها و دیدار سیمای کلی تکامل ستارگان. برای این منظور نخست لازم است ستارگان را طبقه‌بندی نمود و هرکدام را از نظر تکامل در ردیف ویژه خویش قرار داد.

هنوز برای پی بردن به دامنه و شدت نوسان‌های خورشیدی در توده مرکزی راه نسبتاً "درازی در پیش است و مشاهدات و اندازه‌گیری‌های بسیاری را ایجاب می‌نماید.

آیا خورشید در حال چروکیدن است؟ Is the Sun Shrinking?

رصدخانه گرینویچ در سال ۱۹۷۹ پس از تجزیه و تحلیل کمیت‌های به دست آمده از اندازه‌گیری‌های قطر خورشید، اعلام داشت که ستاره فروزان ما رو به چروکیدن و کوچک شدن می‌رود. این پدیده که بیش از ۱۲۰ سال از ۱۸۳۶ تا ۱۹۵۴ پی‌گیرانه مورد توجه بوده است، گویای آن است که قطر خورشید به میزان یک درصد در هر قرن کاهش می‌یابد.

پذیرش این ارقام نشانه آن است که خورشید در یکصد هزار سال پیش بایستی دو برابر اندازه‌های کنونی را می‌داشته و در یکصد هزار سال دیگر قاعدتاً "بایستی به یک نقطه مبدل شود. بدیهی است چنین پنداری نامعقول است و هیچگاه خورشید در آینده به یک نقطه مبدل نخواهد شد. در برابر این پدیده که خورشیدشناسان را به خودمشغول داشته است، احتمالاً می‌توان پذیرفت که جسم خورشید طی صدها سال متناوباً "بزرگ و کوچک می‌گردد و به اصطلاح انبساط و انقباض می‌یابد. از طرفی بررسی گزارش‌های به‌جامانده از کسوف‌های ۲۵۰ ساله اخیر و همچنین نتایج حاصله از عبور سیاره تیر (عطارد) از برابر خورشید، نشان می‌دهد که اندازه‌های کره مزبور طی سالیان اخیر دستخوش دگرگونی‌هایی آن‌چنان قابل توجه نشده و ظاهراً نمی‌تواند به عنوان گواهی در تائید فرض بالا تلقی گردد.



این شکل‌ها که نوسان‌های خورشیدی را بطور اغراق آمیز نمایش داده‌اند، گویای آنست که آثار نوسان‌های خورشیدی تا چه میزان در شکل ظاهری و فرو رفتگی و آماس قطبین و نواحی نیمگانی، مؤثر می‌باشد.

دمای توده مرکزی به میزان 10^7 کلوین یعنی دمای مناسب برای گدازش هسته‌ای *Nuclear Fusion* و تبدیل هیدروژن به هلیوم بالغ گردد. نیروی حاصل از این واکنش‌ها به حدی است که از چروکیدن و جمع شدن ستاره جلوگیری نموده و تعادل میان فشار درونی و نیروی جاذبه ستاره را برقرار سازد. در این هنگام ستاره از مرحله نوباوگی به گروه اصلی که مرحله‌ای ثابت و استوار است پای می‌گذارد. طبیعی است هر اندازه جثه ستارگان بزرگ‌تر باشد، دما و تابناکی آنها نیز به همان میزان زیادتر خواهد بود. ستارگانی که به شرح بالا وارد مرحله گروه اصلی می‌گردند، طی توقف در این مرحله دگرگونی‌های کوچکی را در وضع پوسته سطحی تحمل می‌کنند و با تبدیل هیدروژن به هلیوم برای مدت‌ها پس طولانی به بازدهی انرژی می‌پردازند. خورشیدشناسان برای ستاره‌ای مانند خورشید، مدت توقف در مرحله گروه اصلی را حدود ده هزار میلیون سال برآورد نموده‌اند. از آنجائی که سن خورشید از زمان پیدایش تا کنون چیزی حدود ۴،۶۰۰ میلیون سال است، لذا قاعدتاً بایستی حدود ۵ یا ۶ هزار میلیون سال دیگر در همین مرحله باقی بماند.

توده مرکزی ستارگان گروه اصلی که بالاترین مرحله تکامل را پشت سر گذارده‌اند، بر اثر برون‌داد هیدروژن به خاکستر هلیوم مبدل می‌گردد و سپس تحت تأثیر فشارهای وارده از وزن لایه‌های زیرین، رو به چروکیدن و جمع شدن می‌نهد و همزمان دمای لایه‌های پیرامون خود را به حدی که گدازش هسته‌ای امکان پذیر گردد، فزونی می‌بخشد. هماهنگ با افزایش روند تولید انرژی، ستاره رو به آماسیدن و باد کردن می‌نهد و این تورم تا حدی که یک بار دیگر میان فشار درونی و نیروی جاذبه تعادل برقرار گردد، ادامه می‌یابد و سرانجام ستاره به یک غول سرخ دگرگون می‌شود و تابناکی آن گاه تا هزار برابر افزایش می‌یابد و بدینسان ستاره از گروه اصلی به گروه غول-اختران گام می‌نهد. زمانی که خورشید ما به این مرحله از تکامل وارد گردد، عظمت آن به حدی می‌رسد که سیاره تیر یا عطارد را در کام خویش فرو می‌برد و موهبت زیست را از زمین می‌زداید.

با رسیدن دمای توده مرکزی غول‌های سرخ به مرز 10^8 کلوین، واکنش هسته‌ای جدیدی در آن روی می‌دهد و طی آن کربن به هلیوم مبدل می‌شود. فرآیند مزبور باعث می‌گردد که ستاره به مرحله ثابت دیگری که چندان هم به درازا نخواهد کشید، پای گذارد و پس از حدود چند صد میلیون سال که چروکیدن توده مرکزی همچنان ادامه داشته است، سراسر کره مزبور نیز به چروکیدن و کوچک شدن روی نهد و انرژی هسته‌ای آن کاهش یابد و سرانجام به یک کوتوله سفید مبدل گردد و بدینسان ستاره از گروه غول‌های سرخ به گروه کوتوله‌های سفید وارد می‌گردد.

در این مرحله عمل چروکیدن به دلیل فشار حاصل از الکترون‌های پرنده بسیار سریع متوقف می‌گردد و درحالی‌که جرم آن همچنان ثابت مانده است، بر تراکم آن گاه تا حدود یک میلیون بار افزوده می‌گردد و ستاره به حدی متراکم می‌شود که وزن یک قاشق چای‌خوری از مواد آن (اگر بتوان آن را به زمین آورد) به چندین تن بالغ خواهد گردید. خورشید ما در

یکی از متداول‌ترین شیوه‌های طبقه‌بندی ستارگان طریقه *M.K.K* است که از نام دانشمندان مبتکر این شیوه یعنی مورگان *Morgan*، کینان *Keenan* و کلن *kellman* اقتباس گردیده است.

در این شیوه که بر پایه توان نسبی یا ضعف اختران در ایجاد خطوط طیفی استوار است، ستارگان را به ده گروه اصلی یا ده طبقه طیفی *Spectral Class* تقسیم می‌نمایند و طبقات گوناگون طیفی را به کمک حروف *O, B, A, F, G, K, M, R, N, S* مشخص می‌سازند. در طبقه‌بندی *M.K.K* داغ‌ترین ستارگان با حرف *O* و سردترین آنها با حرف *S* مشخص می‌گردند و علاوه بر آن هر طبقه نیز جداگانه به ده طبقه فرعی دیگر که از شماره صفر آغاز گردیده و به شماره ۹ پایان می‌یابد شماره‌گذاری می‌شوند. براساس این سیستم خورشید ما در طبقه طیفی *G2* قرار گرفته است.

نمودار هرتسپرونگ راسل * *Hertzsprung-Russell Diagram*

هرگاه ستارگان را براساس طبقات طیفی (یا حرارتی) و میزان تابناکی (یا قدر مطلق) آنها گروه‌بندی نمائیم، سه گروه عمده در برابر دیدگان خود خواهیم یافت. در این نمودار بیشتر ستارگان در نوار باریکی که از گوشه بالا و سمت چپ شروع شده و به گوشه پائین و سمت راست پایان می‌یابد، قرار می‌گیرند و خورشید ما نیز در همین نوار باریک که به آن گروه یا رشته اصلی *Main Sequence* می‌گویند جای گرفته است.

گوشه بالا و سمت راست نمودار به گروه غول اختران *Giant Stars* اختصاص یافته است. اختران مزبور که غول‌های سرخ *Red Giants* نام دارند، از نظر جثه بسیار بزرگ‌تر از ستارگان گروه اصلی می‌باشند و از نظر طبقه طیفی (یا حرارتی) با یکدیگر شباهت فراوان داشته و بسیار درخشان هستند.

گروه سوم که کوتوله‌های سفید *White Dwarfs* نام دارند در پائین و سمت چپ گروه اصلی جای گرفته‌اند. این ستارگان بسیار داغ هستند و از نظر اندازه شباهت فراوانی به کره خاکی ما دارند و از تابناکی اندکی برخوردارند.

توجه به ویژگی‌های سه گروه بالا، چگونگی مراحل سنی و تکاملی خورشید را بخوبی نشان می‌دهد و گذشته و حال و آینده آن را به آسانی ارزیابی می‌نماید.

در زمینه زایش و پیدایش اختران گمان بر این است که جنین ستارگان احتمالاً از ربایش و برخورد و جوشش خردیزه‌های گاز و ابرگونه‌های کیهانی پدید می‌آید. طبیعی است که دمای اجرام مزبور متناسب با انبوهش ابرگونه‌ها و فرآیند برخورد و جذب خردیزه‌های مورد بحث و پدیداری خاصیت ثقلی، به مرور فزونی می‌یابد و یک پیش ستاره *Protostar* در آستانه پیدایش قرار می‌گیرد. آزاد شدن نیروی ثقلی، درخشندگی و تابناکی را به همراه می‌آورد و هماهنگ با افزایش انقباض بر تراکم و بزرگی توده مرکزی افزوده می‌گردد. فرآیندهای مزبور تا حدی ادامه می‌یابند که

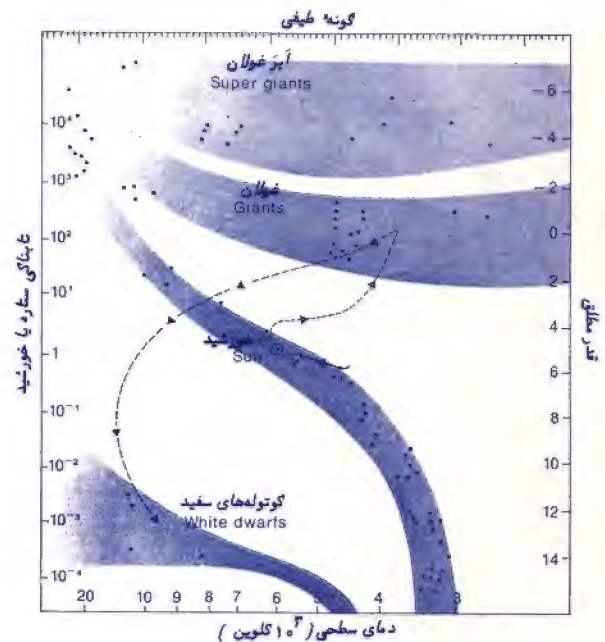
* این نمودار بر اساس لوگاریتم تابناکی و لوگاریتم دمای سطحی ستارگان تهیه شده و بوسیله اینار هرتسپرونگ *Ejnar Hertzsprung* ستاره‌شناس دانمارکی (متولد ۱۸۷۳) و هنری ان. راسل *Henry N. Russell* دانشمند آمریکائی (۱۸۷۷-۱۹۵۷) تنظیم گردیده است. م.

خوانندگانی که علاقمند مطالعه بیشتر در زمینه شناخت خورشید هستند می‌توانند به کتابهای زیر مراجعه کنند.

The Sun Books

- Abetti, G., *Solar Research* (Eyre & Spottiswoode, 1962)
 Abetti, G., *The Sun* (Faber & Faber, 1955)
 Allen, C.W., *Astrophysical Quantities* (Athlone Press, 1973)
 Baxter, W.M., *The Sun and the Amateur Astronomer* (Lutterworth Press, 1963)
 Brandt, J.C., *Introduction to the Solar Wind* (W.H. Freeman, 1970)
 Bray, R.J., and Loughhead, R.E., *The Solar Chromosphere* (Chapman and Hall, 1974)
 Bray, R.J., and Loughhead, R.E., *Sunspots* (Dover, 1979)
 Bruzek, A. and Durant, C.J., eds., *Illustrated Glossary for Solar and Solar-terrestrial Physics* (D. Reidel, 1977)
 Bumba, V., and Kleczek, J., *Basic Mechanisms of Solar Activity* (D. Reidel, 1975)
 Eddy, J.A., *A New Sun—the Solar Results from Skylab* (NASA-SP-402, 1979)
 Eddy, J.A., ed., *The New Solar Physics* (American Association for the Advancement of Science, published by Westview Press, 1978)
 Gibson, E.G., *The Quiet Sun* (NASA-SP-303, 1973)
 Hargreaves, J.K., *The Upper Atmosphere and Solar-terrestrial Relations* (Van Nostrand Reinhold, 1979)
 Hundhausen, A.J., *Coronal Expansion and the Solar Wind* (Springer-Verlag, 1972)
 Kane, S.R., *Solar Gamma, X-, and EUV radiation* (D. Reidel, 1975)
 Kruger, A., *Introduction to Solar Radio Astronomy and Radio Physics* (D. Reidel, 1979)
 Kundu, M.R., *Solar Radio Astronomy* (Interscience, 1965)
 Meadows, A.J., *Early Solar Physics* (Pergamon Press, 1970)
 Menzel, D.H., *Our Sun* (Harvard University Press, 1959)
 Meuss, J., et al., *Canon of Solar Eclipses* (Pergamon, 1966)
 Newton, H.W., *The Face of the Sun* (Penguin Books, 1958)
 Ramaty, R. and Stone, R.G., eds., *High Energy Phenomena on the Sun* (NASA-SP-342, 1973)
 Smith, A.G., *Radio Exploration of the Sun* (Van Nostrand Reinhold, 1967)
 Sonett, C.P., et al., eds., *Solar Wind* (NASA-SP-308, 1972)
 Sturrock, P.A., ed., *Solar Flares*, Proceedings of the Second Skylab Workshop (University of Colorado, 1980)
 Svestka, Z., *Solar Flares* (D. Reidel, 1976)
 White, O.R., ed., *The Solar Output and its Variation* (Colorado Associated University Press, 1977)
 Zirin, H., *The Solar Atmosphere* (Blaisdell Publishing Company, 1966)
The Handbook of the British Astronomical Association (1980)

— تحول ستارگان : ترجمه یوسف ثبوتی
 — انفجار بزرگ : ویراسته محمد خواجه پور



نمودار هرتسپرونگ راسل - مطابق این نمودار که بر اساس لوگاریتم تابناکی و لوگاریتم دمای سطحی اختران تنظیم گردیده است، ستارگان برحسب سنین عمر و یا مراحل تکاملی خویش به سه گروه، اصلی، غول اختران و کوتوله‌های سفید تقسیم می‌گردند. خورشید در حال حاضر درمحل گروه اصلی جای دارد و خط چینی که در نمودار دیده می‌شود، مسیر پیش‌بینی شده و جهت تکاملی آن را نشان می‌دهد.

مرحله کوتوله‌های سفید همچنان به برون‌داد انرژی درونی خویش ادامه می‌دهد و پس از طی چندین میلیون سال به مرور سرد می‌گردد و سرانجام از جوش و خروش بازمی‌ایستند و به جرمی سرد و تاریک مبدل می‌شود و بالاخره به یک کوتوله سیاه دگرگون می‌گردد.

توالی رویدادهای گذشته و آینده خورشید را بنا بر فرضیه‌ها و نظرات توین دیدیم، اما موضوع شایان توجه این است که ما هنوز از مکانیسم درونی خورشید به درستی آگاه نیستیم و لذا مراحل تکاملی آن نیز که بر پایه همین مکانیسم مشکوک استوار است، طبعا "مورد پرسش بوده و قاعدتا" بایستی در راه تکمیل تجربیات همچنان گام برداشت و به آینده امیدبخش تری چشم دوخت.



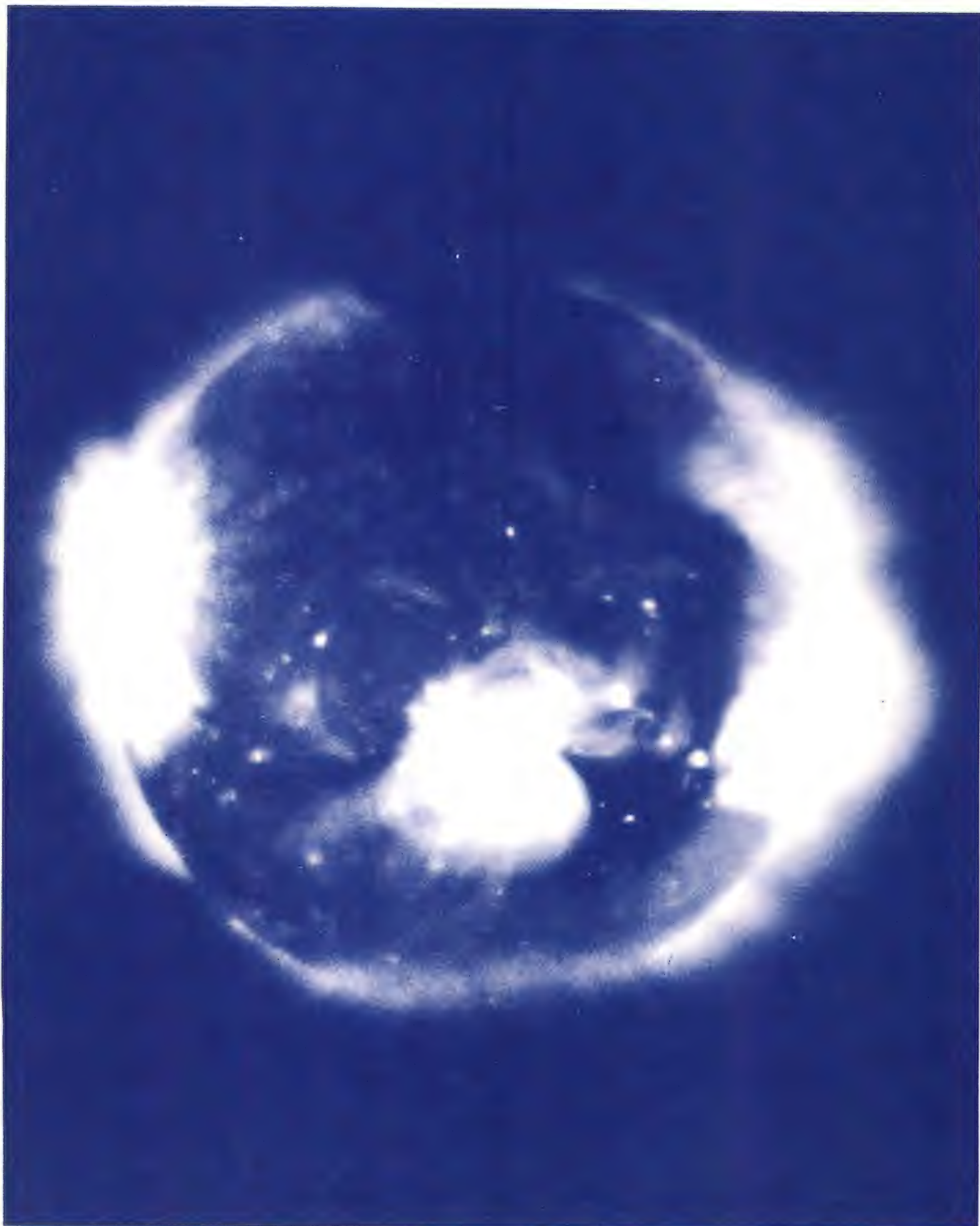
تصویرهایی از تاج خورشیدی که در خورگرفت ۱۶ فوریه ۱۹۸۵ از استگاهی در کشور کنیا واقع در آفریقای خاوری گرفته شده. ساختار تاج خورشیدی در این تصویرهای زیبا بحوسی آشکار است و ریشه‌های چندی نیز در لکه قرص خورشید دیده می شود.



این عکس کامپیوتری که به کمک فضا ناوا اسکایلب در ۲۱ اوت ۱۹۷۳ برداشته شده، یکی از زبانه‌های فورانی خورشید را نشان می‌دهد.



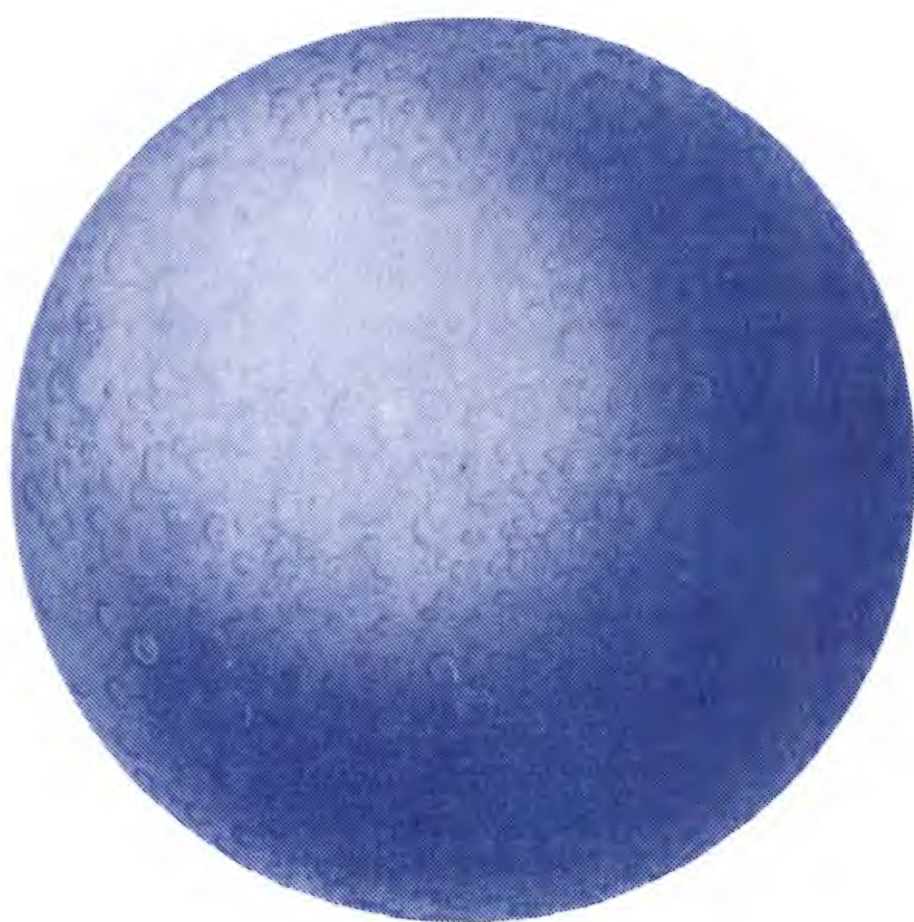
در این عکس که به کمک اشعه X و بوسیله فضاپایه اسکای لب در یکم ژوئن ۱۹۷۳ برداشته شده، دمای نقاط مختلف سطح خورشید را به شیوه رنگ‌های کاذب (False Colors) مشخص می‌سازد. لکه‌های سفید داغ‌ترین نواحی را نشان می‌دهند و رنگ سیاه جاله‌تاج خورشیدی را که از قطب شمال تا حدود نیمگان گسترده شده، آشکار می‌سازد.

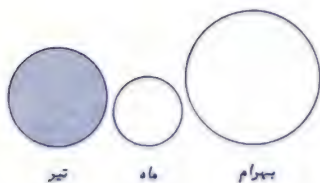


در این عکس که به کمک اشعه X و بوسیله فضا ناوا اسکایلب در ۳۰ ژوئن ۱۹۷۳ برداشته شده، تاج خورشیدی و چاله تاجی به روشنی دیده می شود.

تیر (عطارد)

MERCURY





عطارد با قطری برابر ۴,۸۷۸ کیلومتر، از کره ماه به قطر ۳,۴۷۶ کیلومتر کمی بزرگتر و از کره بهرام یا مریخ به قطر ۶,۷۹۴ کیلومتری، قدری کوچکتر است.

ویژگی‌های تیر

CHARACTERISTICS OF MERCURY

برده ابهام باقی مانده بود، دست یافتند و چرخش محوری سیاره تیر را محقق ساختند. تحقیقات راداری سال‌های بعد، نظرات هوارد را رسمیت بخشید و ثابت نمود که زمان چرخش محوری سیاره مزبور برابر ۵۸/۶۵ روز زمینی و یا معادل $\frac{2}{3}$ زمان گردش نجومی آن است.

سیاره تیر کوچکترین سیاره درونی منظومه خورشیدی است. قطر نیمگانی (استوائی) آن برابر ۴۸۷۸ کیلومتر و جرم آن ۰/۵۵۵ جرم زمین و حجم آن برابر ۰/۵۵۶ حجم کره مسکونی ما است.

شب هنگام دمای سطح تیر به ۹۰ کلوین می‌رسد و در گرم‌ترین ساعات روز به ۶۰۰ کلوین بالغ می‌گردد و این شرایط بزرگترین اختلاف دمای موجود در منظومه خورشیدی را به عطارد اختصاص داده است. از طرفی چون فاصله تیر از خورشید نسبتاً کم بوده و چرخش محوری آن به‌کندی صورت می‌گیرد، از این رو تشعشعات خورشیدی را طی روزهای بس بلند خویش به شدت دریافت می‌دارد.

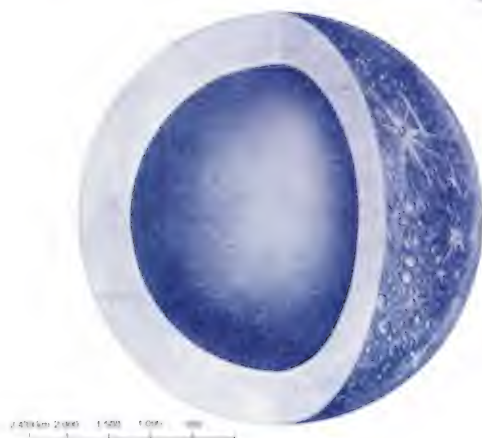
شناخت پنج تا از سیاره‌های منظومه خورشیدی به زمان‌های باستان باز می‌گردد، چهارتای آنها یعنی ناهید (زهره)، بهرام (مریخ)، برجیس (مشتري) و کیوان یا زحل، آنچنان درخشانند که پیدا کردن آنها در آسمان کار بسی ساده‌ای است، ولی دیدن پنجمین سیاره یعنی تیر، به دلیل نزدیکی نسبتاً زیاد آن به خورشید، کمابیش با دشواری‌هایی همراه است، زیرا فاصله زاویه‌ای * *Angular Distance* میان خورشید و تیر هیچگاه از ۲۷ درجه و ۴۵ دقیقه فراتر نمی‌رود و به همین سبب دیدار آن با چشم‌های غیر مسلح فقط به دقایق نخستین غروب خورشید و یا لحظاتی پیش از سرزدن آفتاب منحصر می‌گردد.

سیاره تیر یا عطارد بوسیله مصریان باستان کاملاً شناخته شده بود و یونانیان باستان نیز آن را به‌خوبی می‌شناختند، و از همان روزگار آن را بنام مرکوری یعنی پیک بادپای خدایان می‌نامیدند. آگاهی بشر از سیاره تیر تا مارس ۱۹۷۴ که مارینر ۱۰ *Mariner-10* به فضا روان گردید، بسیار محدود بود و از آن جز اندکی نمی‌دانستیم.

عطارد روی مداری بیضی شکل و به فاصله متوسط ۵۷,۹۱۰,۰۰۰ کیلومتر از خورشید به گرد کانون منظومه شمسی گردش می‌کند. این فاصله در نقطه پری هلیون *Perihelion* به ۴۵,۹۰۰,۰۰۰ کیلومتر کاهش می‌یابد و در محل افلیون *Aphelion* به ۶۹,۷۰۰,۰۰۰ کیلومتر بالغ می‌گردد. خارج از مرکزی مدار این سیاره معادل ۰/۲ است که در مقایسه با دیگر سیارات منظومه خورشیدی (به استثنای پلوتو) بزرگترین رقم می‌باشد و به همین مناسبت، مدار مزبور تأثیر شایان توجهی بر دمای سطحی این سیاره به‌جای گذارده است.

زمان گردش نجومی* تیر برابر ۸۷/۹۶۹ روز زمینی است و مدت چرخش محوری آن که تا این اواخر به‌درستی معلوم نبوده در سال ۱۹۶۲ توسط دبلیو.ای. هوارد *W.E. Howard* آمریکایی محقق گردید.

دمای موجود در نیمه تاریک کره مزبور، ذهن کنجکاوه‌ها و دستیارانش را برانگیخت و در برابر این پرسش که، نیمکره‌ای از سیاره که بنا بر تصور همواره پشت به خورشید قرار گرفته و طبعاً بایستی از دریافت نور و گرما محروم باشد، چگونه گرم گردیده است؟ به رازی که مدت‌ها بس دراز در

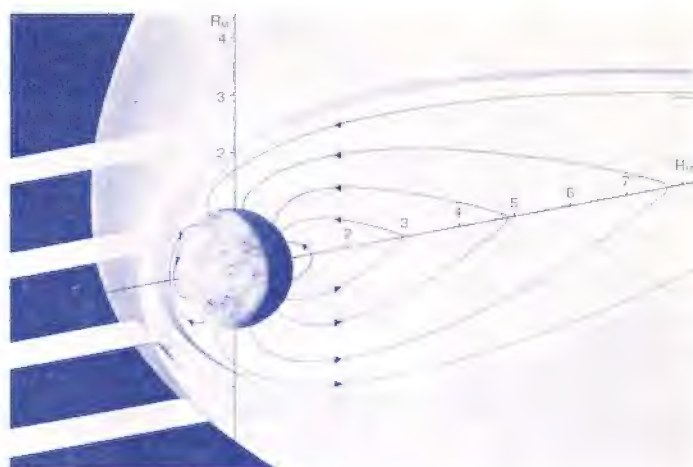


درون عطارد - شگفت‌ترین ویژگی تیر، تراکم نسبتاً زیاد آن است که بالنسبه با زمین برابری می‌کند، با توجه به این ویژگی می‌توان پذیرفت که ۷۵ تا ۸۰ درصد وزن این کره از فلزات سنگین تشکیل یافته است. آهن که احتمالاً یکی از فراوان‌ترین فلزات موجود در عطارد می‌باشد، سیاره مزبور را در ردیف سرشارترین سیاره منظومه خورشیدی جای داده است. میدان مغناطیسی و همچنین وجود فعالیت‌های آذرین، نشانه آن است که سیاره تیر دسرخوش دگرگونی‌های شیمیایی است. اگر قسمت اعظم آهن در توده مرکزی متمرکز شده باشد، در این صورت قطر توده مزبور بایستی به ۷۰ تا ۸۰ درصد قطر سیاره بالغ گردد. لایه خارجی سیاره تیر همانند گوشته زمین از سنگهای سیلیکاته ساخته شده.

* فاصله زاویه‌ای دو نقطه برابر زاویه میان دو شعاع رؤیت آنها از محل دیدبانی است.
** مدت زمان یک بار گردش کامل سیاره به گرد خورشید از دیدگاه یک ناظر فرضی در خورشید م.



عبور تیر از مقابل خورشید -
عطارد هنگام عبور از برابر
چهره خورشید در پرتو تابناک
آن غرق می شود و دیدار آن با
چشم غیر مسلح غیر ممکن
می گردد.



مغناطکرة تیر

یکی از مهمترین اکتشافات مارینر ۱۰، پی بردن به وجود میدان مغناطیسی شایان توجه کره تیر است. بررسی بادهای خورشیدی در حوالی تیر نشان می دهد که مغناطکرة سیاره مزبور در مقیاس کوچکتری با مغناطکرة زمین همانند است، با این تفاوت که به دلیل ناتوانی، قادر به ایجاد کمربند ششمی نیست.

که احتمالاً از تلاشی مواد رادیواکتیو پخته ای چون اورانیوم و توریم پدید آمده و یا همراه باد خورشیدی به محیط سیاره تیر نقل مکان یافته و در دام میدان مغناطیسی سیاره مزبور گرفتار گردیده است.

خاصیت مغناطیسی

Magnetic Properties

اطلاعات حاصل از دستگاه های نصب شده در مارینر ۱۰ ما را به نتیجه شگفت انگیزی در زمینه وجود میدان مغناطیسی در سیاره عطارد، راهنمایی می کند. میدان مزبور که بالنسبه ناتوان بوده و از یکسدم نیروی میدان مغناطیسی زمین تجاوز نمی کند، نقشی کمابیش همانند میدان مغناطیسی زمین بر عهده دارد، با این تفاوت که: میدان مغناطیسی زمین ظاهراً زائیده دیناموی عظیمی است که بوسیله مکانیسم جریان آرام مواد گداخته توده مرکزی عمل کرده و تحت تأثیر چرخش زمین القا می گردد. اما تراکم سیاره تیر که برابر ۵/۴ گرم در سانتی متر مکعب است، می رساند که سیاره مزبور قاعدتاً بایستی از توده مرکزی آهنینی برخوردار باشد. اما چون عطارد به آرامی هرچه تمامتر حول محور خویش می چرخد، لذا وجود یک چنین میدانی را نمی توان زائیده مکانیسمی چون یک دیناموی خود القاء دانست.

در توجیه پیدایش این نیرو، شاید بتوان گفت که سیاره تیر دارای میدان مغناطیسی سنگواره ای است که از روزگاران نخستین پیدایش تا کنون همچنان در سیاره به یادگار مانده است و یا اینکه نیروی مزبور بر اثر فعل و انفعالات متقابل سیاره و خورشید پدید آمده است.

مناسفانه هیچیک از این نظرات خالی از اشکال نبوده و بالطبع تاکنون مورد پذیرش قرار نگرفته اند. بهرحال، از آنجائی که نیروی میدان مغناطیسی سیاره تیر به دلیل ناتوانی قادر به ایجاد پدیده های مانند کمربند وان آلن

اهله عطارد یا چهره های گوناگون تیر را که زائیده گردش آن به دور خورشید است، به کمک تلسکوپ ساده ای به خوبی می توان مشاهده نمود. هنگامی که سیاره در وضعیت اقتران زیرین *Inferior Conjunction* یعنی میان خورشید و زمین قرار می گیرد، نخستین مرحله اهله عطارد یعنی تیرنو، آغاز می گردد و سیاره همانند کره ماه به مرحله هلال پای می گذارد و در پی آن به ترتیب به مراحل تربیع یکم، بدر و تربیع دوم و سرانجام به محاق یا تیر کهنه وارد می شود.

مدت زمان متوسط گردش اقترانی *Synodic Period* و یا خد فاصل زمانی میان دو اقتران زیرین سیاره تیر ۱۱۵/۹ روز زمینی به درازا می کشد. هنگامی که عطارد از مرحله تربیع یکم خارج شده و به مرحله بدر روی می نهد، به درخشان ترین حالت خود می رسد و پس از ورود به مرحله بدر، در آن سوی خورشید قرار می گیرد و دیدار آن به دلیل غوطه ور شدن در پرتو تابناک خورشید با دشواری بسیار توأم می شود. اختلاف شدید میان دمای نیمه روشن و تاریک سیاره تیر گویای آن است که چهره سیاره مزبور همانند سیما ماه از پوسته غبارینی که بر اثر بمباران های شهابی به شدت آبله گون شده، تشکیل یافته است.

جو تیر

Atmosphere

سرعت گریز *Escape Velocity** سیاره تیر ۴/۲۵ کیلومتر در ثانیه است، به همین مناسبت این سیاره فاقد جو واقعی است. بررسی های انجام شده به کمک مارینر ۱۰، نشان داده است که فشار جو در سیاره مزبور فقط 10^{-12} میلی بار یا چیزی حدود یک بیلیونیم فشار جو در سطح زمین است.

فراوان ترین گازی که در این جو بسیار رقیق وجود دارد، هلیوم است

* مقدار سرعت لازم برای خنثی کردن نیروی جاذبه و گریز از میدان جاذبه را سرعت گریز می نامند.

کاویدن و شناخت سیاره تیر به کار گرفته بود، از مناسب‌ترین زمان نیز برای مطالعه سیاره مزبور که هنگام قرار گرفتن خورشید در بلندای آسمان است استفاده کرد و نقشه‌هایی که عوارض قهوه‌ای رگه‌مانندی را نشان می‌داد، از عطارد تهیه کرد و سیاره مزبور را از نظر چرخش محوری سیاره‌ای به دام افتاده معرفی نمود.

به‌گمان شیپارلی عطارد سیاره همزمانی* است که مدت چرخش محوری و گردش مداری آن برابر بوده و ۸۸ روز زمینی به درازا می‌کشد و نیمکره رو به خورشید آن دارای یک روز ابدی و نیمکره پشت به خورشید آن در یک شب جاودانی بسر می‌برد.

همزمان با مطالعات شیپارلی، شخص دیگری نیز بنام پرسی وال لوول Percival Lowell عطارد را مورد مطالعه قرار داد و تصویرهای بسیاری از سیاره تیر تهیه نمود و ضمناً خاطرنشان ساخت که رگه‌ها و یا خطوط موجود در سطح سیاره با کانال‌های کره بهرام (مریخ) همانند است، با این تفاوت که کانال‌های تیر برخلاف کانال‌های بهرام مصنوعی نبوده و منشأ طبیعی دارند.

چند سال بعد یک ستاره‌شناس انگلیسی بنام دبلیو. اف. دنینگ W.F. Denning لکه‌های تیر و عوارض بهرام را با یکدیگر مقایسه کرد و مدت چرخش محوری سیاره مزبور را برابر ۲۵ ساعت محاسبه نمود.

نقشه آنتونیادی Antoniadi's Map of Mercury

تا پیش از سفر مارینره ۱، معتبرترین نقشه‌های سیاره تیر بوسیله شخصی بنام ای. ام. آنتونیادی E.M. Antoniadi تهیه شده بود. آنتونیادی ستاره‌شناس فرانسوی یونانی‌الصل طی سال‌های ۱۹۲۴ تا ۱۹۲۹ مشاهدات و بررسی‌های خویش را به کمک بهترین تلسکوپ‌های زمان که به یک متعکس-

کره زمین نیست، از این رو بادهای خورشیدی اثرات مستقیم و شدیدی بر سطح سیاره باقی‌گذارده و مغناطکره Magnetosphere آن را طوری تغییر شکل داده‌اند که قسمت رو به خورشید آن کاملاً متراکم و فشرده گردیده و قسمت مقابل آن همانند دنباله طویلی در فضا گسترش یافته است.

شنانامه تیر

Physical Data

قطر سیگاسی (استوائی)	۴۰۸۷۸ کیلومتر
خروج از مرکز مدار	۰/۲۰۵۶
جرم	$۳/۳۰۲۲ \times ۱۰^{۲۲}$ کیلوگرم
حجم (در مقایسه با حجم زمین برابر ۱)	۰/۰۵۶
تراکم (در مقایسه با تراکم آب=۱)	۵/۴۲
نقل سطحی (در مقایسه با نقل زمین برابر ۱)	۰/۲۷۷
سرعت گریر	۴/۲۵ کیلومتر در ثانیه
مدت چرخش استوائی	۵۸/۶۵ روز
تمایل محور	صفر درجه
سخت بارتاب	۰/۰۶
پختی یا فشردگی قطبین	۰/۰۰

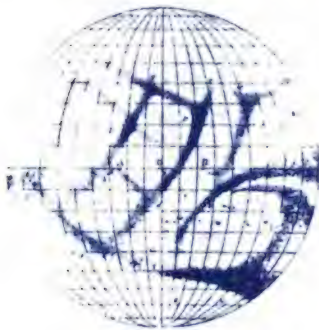
شناخت تلسکوپ‌ی تیر

TELESCOPIC OBSERVATIONS

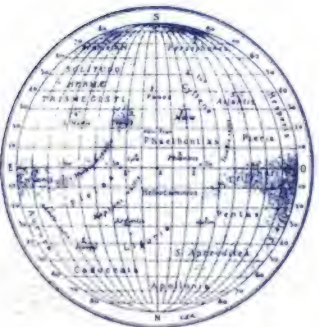
تلسکوپ برای نخستین بار در سده هفدهم به خدمت نجوم و ستاره شناسی گرفته شد، از آنجائی که تلسکوپ‌های نخستین از توان کافی برای دیدار جزئیات سیاره کوچک تیر برخوردار نبودند، لذا شناخت تلسکوپ‌ی عطارد در سده مزبور از پیشرفت شایان توجهی بهره‌مند نگردید.

یوهانس هولیوس Johannes Hevelius احتمالاً نخستین کسی است که به دیدار صور یا اهرله تیر موفق گردید و بعدها یوهان هیرونیموس شروترو Johann Hieronymus Schroter ماه‌شناس نامی، جزئیات عطارد را با دقت بیشتری بررسی نمود و تصاویری براساس مشاهدات و تصورات خویش که کوههائی را به ارتفاع حدود ۲۰ کیلومتر در آنها نشان می‌داد، چاپ و منتشر ساخت.

جی. وی. شیپارلی G.V. Schiaparelli در سال ۱۸۸۱ کاوش و مشاهدات خود را به کمک تلسکوپ‌های مجهز به منعکس‌کننده‌های نسبتاً قوی که در رصدخانه میلان نصب گردیده بود، آغاز کرد و فصل نوینی در تاریخ شناخت تیر افتتاح نمود. شیپارلی که مدرن‌ترین دستگاه‌های زمان را برای



نقشه شیپارلی - این نقشه در خلال سال‌های ۱۸۸۱ تا ۱۸۸۹ بوسیله جی. وی. شیپارلی از سطح کره تیر تهیه گردید. شیپارلی در توصیف خطوط یا رگه‌های سیاهی که وجود آنها را به زحمت تشخیص داده‌است، دچار تردید و ناتوانی بوده است.



نقشه آنتونیادی - در این نقشه که بر پایه مشاهدات سال‌های ۱۹۲۴ تا ۱۹۲۹ تهیه شده، فقط به نمایش آن دسته از عوارضی که آنتونیادی با چشم خویش دیده‌است، اکتفا گردیده. نیمکره‌ای که در این شکل دیده می‌شود، در بهترین شرایط دیداری همواره رو به زمین قرار دارد و همین موضوع باعث گردیده تا آنتونیادی عطارد را یک سیاره همزمان به‌شمارد.

* سیاراتی که مدت چرخش محوری و گردش مداری آنها برابر باشد، سیارات همزمان Synchronous نام دارند.



مارینر ۱۰ و سیاره تیر - مارینر ۱۰ در سفر تحقیقاتی خود بالغ بر ۱۶۰۰ میلیون کیلومتر را در نوردد و زمانی که به نزدیکی های تیر رسید جزئیات بسیاری را که به عوارض ماه شباهت داشت، در برابر دیدگان انسان قرار داد. چهره عطارد را گودها و حفره های شهابی پیشمار همراه با دشت های پهناوری چون دشت کالورس آراسته است. لکه روشنی که بعنوان نخستین عارضه سطح تیر به چشم زمینیان رسید، گودی به قطر ۲۵ کیلومتر بود که به گرامیداشت کوئی پر نامگذاری شد.

وجود هرگونه جوی را در پیرامون سیاره تیر مردود دانست، با وجودی که بیشتر کیهان شناسان، عوارض عمده ای را که بوسیله آنتونیادی و دیگران در روی نقشه نمایش داده شده، باور داشته اند، اما نتایج حاصل از سفر مارینر ۱۰ چیز دیگری را ثابت نمود و نشان داد که عوارض سطح تیر با آنچه آنتونیادی و دیگران به آن اشاره کرده اند، هیچ شباهت و تجانسی ندارد. اما حقیقت این است که لغزشی در کارهای آنتونیادی یا دیگران وجود نداشته و بررسی های آنان با توجه به امکانات زمان از ارزش فراوانی برخوردار است و نادیده انگاشتن کوشش های آنان بالطبع از انصاف به دور خواهد بود.

بهر حال واقعیت این است که، تیر یک سیاره همزمان نیست، بلکه مدت چرخش محوری آن ۵۸/۶ روز زمینی به درازا می کشد و هیچ ناحیه ای از آن نیز دارای روز و شب جاودانی نمی باشد، بلکه مسئله در این است که، در آن هنگام که سیاره تیر در بهترین شرایط دیداری از زمین قرار می گیرد، همیشه فقط یک نیمکره ثابت آن رو به زمین واقع است و همین امر موجب گردیده تا کیهان شناسانی را که برای بررسی تیر در بهترین شرایط دیداری از زمین محدود بوده اند، به لغزش وادارد و پندار همزمان بودن سیاره مزبور را در اندیشه ها پیروانند.

The Results From Mariner 10

پیام هائی از مارینر ۱۰

مارینر ۱۰ که در واقع نخستین و تنها مسافر زمینی (تا این تاریخ)* به دنیای درونی منظومه خورشیدی یعنی ناهید و تیر یشار می آید، در نوامبر ۱۹۷۳ به فضا روان گردید و طی سال های ۱۹۷۴ و ۱۹۷۵ از سیاره های ناهید و تیر دیدار نمود و صحنه های شگفت انگیزی از دنیاهای ناشناخته، به ویژه از سیاره تیر را در برابر دیدگان زمینی مجسم ساخت و بر آگاهی انسان از دنیای مشکوک عطارد به نحو چشم گیری افزود و بر پندارهای پیشین پایان داد.

همانگ با نزدیک شدن مارینر ۱۰ به سیاره تیر، روشن گردید که سطح آن از گودها و حفره های شهابی فراوان پوشیده شده، یکی از این گودها که

کننده ۸۳ سانتی متری مجهز بود، از رصدخانه مردون Meudon واقع در حومه پاریس انجام داد و نتیجه مطالعات خود را در کتابی بنام "سیاره تیر" در سال ۱۹۳۴ چاپ و منتشر نمود. آنتونیادی که مانند شیپارلی، مشاهدات خویش را روز هنگام و زمانی که خورشید در بلندای آسمان جای داشت انجام داده است، در کتاب سیاره تیر می نویسد "من فقط لکه ها و عوارضی را که وجود آنها برایم محقق بوده اند ثبت کرده ام، و در مورد عوارض قهوه ای رنگی که به دریا های ماه شباهت دارند، تردیدی ندارم". آنتونیادی نام هائی را که برای لکه ها و عوارض مختلف تیر برگزیده است، از اساطیر یونان و مصر باستان اقتباس نموده و طبیعت آنها را با دریا های ماه هم ارز دانسته است. توصیف های آنتونیادی به ویژه از نظر شکل و اندازه کمابیش با واقعیت مطابقت دارند و اشاره وی به جو بسیار رقیق تیر شایان توجه است. وی همانند شیپارلی برای باور است که عطارد سیاره ای است همزمان و مدت چرخش محوری و زمان گردش مداری آن با هم برابر است.

آنتونیادی عبور سیاره های تیر و ناهید را از مقابل چهره خورشید مشاهده کرده و آن دو را با هم مقایسه نموده است، او در یادداشت - هایش اشاره می کند که سیاره ناهید هنگام عبور از مقابل خورشید در هاله درخشانی که حاکی از جو غلیظ و متراکم آن است پوشیده شده، در حالیکه عدم چنین شرایطی برای تیر حاکی از رقت بسیار زیاد جو سیاره مزبور است.

نقشه های دیگر

Other Maps of Mercury

نقشه های دیگری که از سطح تیر تهیه شده به سال های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ تعلق دارند. نمونه هائی از این گونه نقشه ها که یکی به آ. دلفوس A. Dollfus و دیگری به اچ. کمیشل H. Camichel متعلقند، کمابیش با نقشه آنتونیادی مطابقت دارند. دلفوس در سال ۱۹۵۳ به وجود جو بسیار رقیق سیاره تیر پی برد و پس از وی سی. چاپمن C. Chapman از ایالات متحده آمریکا نقشه جامع عطارد را از روی کلیه مدارک موجود در گوشه و کنار جهان تهیه نمود و کارهای آنتونیادی را تأیید و تکمیل کرد و



این عکس که بوسیله ماریتر ۱۰ از سطح تیر گرفته شده، بخشی از چهره عطارد را نشان می‌دهد. گودهایی چند در کنار دشت پهناوری که احتمالاً منشأ آذرین دارد، در این عکس دیده می‌شوند. قطر بزرگترین گودی که در این عکس مشاهده می‌گردد حدود ۷۵ کیلومتر است.

دارای خطوط شعاعی است و آنچنان بزرگ است که از فاصله دور کاملاً به چشم می‌خورد، به افتخار و گرامیداشت جرارد. پ. کوئیپر Gerard P. Kuiper کاوشگر نامی سیارات نامگذاری شد. با نزدیک‌تر شدن ماریتر ۱۰، چهره تیر روشن‌تر گردید و جزئیات بیشتری از سطح عطارد در برابر دیدگان انسان قرار گرفت. دشتهایی چند از قبیل دشت پهناور کالوریس Caloris که به دریاها یا دشتهای ماه (مانند دریای اورینتال *Oriental*) شباهت دارد، همراه با گودهای بی‌شمار و چند عارضه کوه مانند، جمعاً چهره تیر را می‌آرایند و اختلاف دمای شدید میان نیمکره‌های روشن و تاریک، سیاره مزبور را در میان خانواده منظومه خورشیدی، در ردیف نخست جای می‌دهد.

همگامیکه ماریس ۱۵ در فاصله ۲۵۵ هزار کیلومتری سیاره تیر قرار گرفت، عکسبرداری از سطح سیاره آغاز گردید. تصویرهای بزرگ صفحه‌های ۶۰ و ۶۱ که بخش‌هایی از نیمکره‌های خاوری و باختری عطارد را بصورت متومورائیک نشان می‌دهند هر کدام از ۱۸ قطعه عکس ترکیب یافته‌اند. قطب شمال سیاره در بالای تصاویر و خط نیمگان (استوا) عمود بر محور سیاره و از راست به چپ تصاویر عبور می‌کند.



ناهید (زهرة)

VENUS



وضعیت خود می‌رسد و قدر آن به حداکثر ۴/۴- بالغ می‌شود و با نزدیک شدن به مراحل تربیع اول و بدر، به سرعت از قطر ظاهری خویش می‌کاهد.

درون ناهید

Interior

همسان بودن ناهید و زمین از نظر اندازه و جرم و تراکم، نخست ما را بر این گمان می‌دارد که این دو سیاره بایستی از نظر ساختمان درونی نیز همانند باشند، بطوری که در بخش زمین خواهیم دید، مپهن خاکی مادارای گوشته‌ای گداخته و متحرک است و پوسته آن لایه‌ای است نازک و شکننده که به قطعاتی بنام قاره که نسبت به هم حرکت می‌کنند مبدل شده، مبحث تکنونیک *Tectonic* در دانش زمین‌شناسی از اهمیت والائی برخوردار است. به موجب این مبحث، قاره‌ها همانند قطعات یا تخته‌پاره‌هایی هستند که در مقایسه با محیط اطرافشان در وضعیت تعادل و ایستائی بوده و حالتی را بنام تعادل همستادی *Isostasy* پدید آورده‌اند و همانند کوه یخی شناور بر روی گوشته گداخته زمین شناورند. ناهید نیز که ظاهراً از گونه‌ای قاره برخوردار است، قاعداً "بایستی از حالات تعادل همستادی نیز برخوردار باشد. نتایج بدست آمده از فضا ناو پاینیر *Pioneer* که مدار پیرامون ناهید را در نوردیده است، نشان می‌دهد که برجستگی‌های مهم زهره مانند ایشثار *Ishtar* و آفرودیت *Aphrodite* که در واقع قاره‌های سیاره مزبور بشمار می‌آیند، از این ویژگی بی‌بهره بوده و آناری از تعادل همستادی در آنها دیده نمی‌شود.

هرچند فعالیت‌های تکنونیک وسیعی در ناهید به چشم نمی‌آید، ولی وجود پوسته نازک در مناطق پست و پوسته ستر در مناطق مرتفع، بیانگر آن است که، زهره مرحله وسیعی از گداختگی و انتقال حرارت گوشته خود را می‌گذراند.

ضرورت نائید بحث تکنونیک تک صفحه‌ای ناهید ایجاب می‌کند که پوسته سیاره مزبور ضخیم‌تر از پوسته زمین باشد. بررسی‌های انجام شده بوسیله اقیانوس‌شناسان آمریکائی نشان می‌دهد که پوسته ناهید در زیر منطقه آفرودیت از ۱۶۰ کیلومتر فراتر می‌رود، مفهوم این وضعیت آن است که مناطق ایشثار و آفرودیت احتمالاً تنها قاره‌هایی در سیاره ناهید هستند که طی روزگاران گذشته متورم گردیده و تاکنون بطور ثابت برجای باقی مانده‌اند.

ناهید و پدیده‌ای آذرخش‌گون

Evidence From Lightning

بررسی‌های تلسکوپی گویای آن است که، پدیده نا شناخته‌ای به شکل آذرخش‌های تقریباً دائمی، در سطح ناهید وجود دارد. تیش‌های الکترو-مغناطیسی ثبت شده از مناطقی چون بتارژیو *Beta Regio* و نواحی خاوری آفرودیت بر موجودیت این پدیده که ظاهراً ارتباطی با ابرهای فراز این نواحی ندارند، نیرو می‌بخشد.

بررسی‌های ژرف‌تر نشان می‌دهد که پدیده مزبور که بصورت آذرخش-های برق‌آسا در سطح سیاره تولید می‌گردد، قاعداً "بایستی به فعالیت‌های آذرین و جهش مواد گداخته از میان شکافها و روزنه‌های موجود در پوسته سیاره بستگی داشته باشد. نمونه خاکپهائی که بوسیله ونرا ۱۴ *Venera* از مناطقی بنام فیب رژیو *Phoeb Regio* و بتا رژیو به زمین آورده شده،

ویژگی‌های ناهید

CHARACTERISTICS OF VENUS

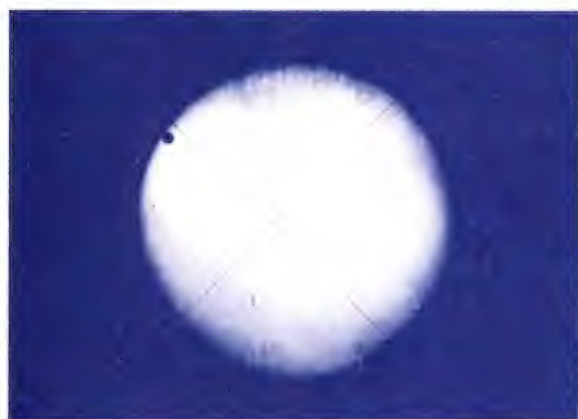
ناهید درخشان‌ترین سیاره از دیدگاه زمینی است. این سیاره آنچنان تابناک است که حتی هنگامیکه خورشید در بالای افق قرار دارد، با چشم غیر مسلح دیده می‌شود و در افق‌های کاملاً تاریک، از اشیاء زمینی سایه می‌سازد.

کهن‌ترین شناخت ناهید به زمان بابلی‌ها بازمی‌گردد. هومر *Homer* شاعر و حماسه‌سرای یونان باستان، ناهید را در اشعار خویش بعنوان زیباترین ستاره توصیف می‌کند و همانام با ونوس *Venus* یا الهه زیبایی آن را می‌ستاید.

ناهید به فاصله متوسط ۱۰۸،۲۰۰،۰۰۰ کیلومتر روی مداری که خیلی به دایره نزدیک است به گرد خورشید گردش می‌کند، این فاصله در نقطه پیری‌هلیون ۱۰۷،۴۰۰،۰۰۰ کیلومتر و در افلیون ۱۰۹،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر است. زمانی که زهره در نزدیک‌ترین فاصله خود تا زمین و یا در حالت اقتران زیرین قرار می‌گیرد، از کلیه اجرام آسمانی بجز ماه و پاره‌ای سیارگان به زمین نزدیک‌تر است. مدت گردش زهره به دور خورشید ۲۲۴/۷ روز زمینی به درازا می‌کشد و جو متراکم و غلیظ آن که همچون حجابی چهره سیاره را پوشانیده است، تعیین مدت چرخش محوری آن را با دشواری همراه ساخته است.

بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که این سیاره هر ۲۴۳ روز زمینی یک‌بار حول محور خویش می‌چرخد و هر شبانه روز آن بیش از یکسال ناهیدی به درازا می‌کشد و دمای متوسط لایه فوقانی ابرهای آن به ۳۳- درجه سانتی-گراد و دمای میانگین سطح آن به ۴۸۰ درجه سانتیگراد بالغ می‌گردد. قطر نیمگانی (استوائی) و قطبی ناهید ۱۲۱۰۴ کیلومتر است و از این بابت بسیار به زمین شباهت داشته و جفت دوم یا همزاد زمین بشمار می‌آید. جهت چرخش ناهید خلاف جهت چرخش محوری خورشید بوده و از این جهت در عالم منظومه خورشیدی منحصر به فرد است. جرم ناهید کمی بیشتر از ۸۰ درصد جرم کره زمین بوده و تراکم آن نیز فقط ۲ درصد کمتر از تراکم زمین و ثقل مخصوص آن ۵/۲ است که در مقایسه با زمین (که ۵/۵ می‌باشد)، همانندی بسیار آن را با کره خاکی ما روشن می‌سازد. قرص ناهید همانند تیر از اهله یا صورگوناگون پیروی می‌کند. زمانی که سیاره در وضعیت اقتران زیرین قرار دارد، پشت یا نیمه تاریک آن روبه زمین واقع است، در چنین وضعیتی فقط در حالت عبور از مقابل خورشید قابل رویت می‌باشد، و هنگامیکه در مرحله بدر یا در وضعیت اقتران زیرین واقع است، در آن سوی کانون مدار قرار گرفته و در پرتو تابناک خورشید غرق می‌شود. ناهید برخلاف تیر، در مرحله هلال به درخشان‌ترین

صور یا اهل زهره - قطر ظاهری ناهید متناسب با صور آن در تغییر است. هنگامیکه زهره به مرحله بدر گام می‌نهد، به کمترین اندازه و زمانی که در مرحله ناهید نو قرار می‌گیرد، بیشترین مقدار قطر ظاهری را داراست.



عبور ناهید از برابر خورشید خیلی به ندرت و در هر صد سال فقط دو بار و به فاصله ۸ سال رخ می‌دهد.

همچنین دی‌اکسید کربن سنگهای آهنین سطح سیاره به بیرون تراویده و به درون جو ناهید روان گردیدند و محیط سیاره مزبور را با ایجاد گرمخانه به دوزخی سوزان دگرگون ساختند.

شباهت فراوانی به نهشت‌های دریائی کره زمین دارند و افزون بر آن نمونه خاکهای فیب رژیو و بتا رژیو نیز هم از نظر سن و هم از جهت ترکیب با هم متفاوتند.

نشانه‌های دیگر، بر این گمان که تکنونیک صفحهای بدلیل چرخش فوق‌العاده آرام زهره و تبخیر آب آن متوقف گردیده است، نیرومی‌بخشد و اختلاف کلی میان تاریخچه پیدایش و رویش و تکامل ناهید و زمین را تأیید می‌نماید. در نخستین روزهای پیدایش جهان خورشیدی، زمین و ناهید احتمالاً تکامل خویش را پابای هم آغاز نموده‌اند و از شرایط اقلیمی مطلوب و پذیرائی برای پیدایش حیات بهره‌مند بوده‌اند. برخی از دانشمندان پا را از این هم فراتر نهاده و بر این پندار که ناهید آن روزگار، دارای اقیانوسی از آب بوده است، مطمئن و استوار می‌باشند. این دانشمندان نسبت دوتریوم *Deuterium* به دوتریون موجود در جو ناهید را که صد بار بیشتر از میزان آن در آبهای زمین است، بعنوان دلیلی بر این ادعا ارائه می‌دهند و بر این نظریه که آب سیاره مزبور حداقل صدبار بیشتر از مقدار بخار آب موجود در جو کنونی ناهید بوده است، تأکید می‌کنند و بر این باور که مقدار آب آن روزگار بایستی سراسر ناهید را به ژرفای ۹ متر زیر پوش قرار می‌داده، اصرار می‌ورزند و طبیعی است که در این مرحله از تکامل، خورشید بایستی سردتر از امروز بوده باشد. با فزونی گرفتن دمای خورشید، اقیانوس‌های ناهید ناگزیر به جوش آمدند و تبخیر شدند و

Magnetic Properties

خاصیت مغناطیسی ناهید

با وجودی که توده مرکزی سرشار از آهن ناهید کمی کوچک‌تر از توده مرکزی زمین است، مع الوصف زهره از میدان مغناطیسی قابل توجهی برخوردار نیست. چگونگی ناتوانی میدان مزبور را قاعدتاً بایستی در چرخش بسیار آرام و کند سیاره ناهید که خود مانع بزرگی برای مکانیسم دیناموی خود-القاست، جستجو کرد.

بهر حال، توان میدان مغناطیسی زهره چیزی معادل 5×10^{-5} نیروی مغناطیسی زمین است، اما همین میدان ناتوان با جو انبوه سیاره دست به دست هم داده و از رسیدن بادهای خورشیدی به سطح ناهید جلوگیری می‌کند. با وجود اینکه مغناطکره زهره همانند سیری در مقابل بادهای خورشیدی ایستاده است، اما اثری از کمربند تشعشی همانند کمربندهای وان آلن زمینی در آن وجود ندارد. فشار بادهای خورشیدی یونکره *Ionosphere* سیاره را از جلو پشت تحت فشار قرار داده و قسمت مقابل آن را همانند دنباله طویلی در فضا روان ساخته است.

کننده دستی که چندان هم از تلسکوپ گالیله بهتر نبود، استفاده کرد و چیزهایی را که ظاهراً "در سطح ناهید دیده بود، بنام اقیانوس‌ها و خشکی‌های ناهید در نقشه خویش منعکس ساخت.

در سال ۱۶۶۷ جی. دی. کاسینی *G.D. Cassini* از رصدخانه بولونا *Bologna* ناهید را مورد بررسی قرار داد و علاوه بر مشاهده چند لکه تاریک و روشن، زمان چرخش زهره را ۲۳ ساعت و ۲۱ دقیقه محاسبه نمود. پی‌گیری‌های بعدی و همچنین تلاش‌های پرسر بنام جی. جی. کاسینی *J.J. Cassini* نیز چیزی بر یافته‌های پیشین نیفزود.

کشف جو ناهید

Discovery of the Atmosphere

ناهید در هر صد سال فقط دوبار از مقابل خورشید عبور می‌کند که هر کدام علاوه بر اهمیتی که از نظر اندازه‌گیری فاصله زمین تا خورشید دارند، از بابت شناخت جو سیاره مزبور نیز از اهمیت شایان توجهی برخوردارند.

عبور *Transit* ناهید طی سال‌های ۱۷۶۱ و ۱۷۶۹ (در سده هجدهم) و ۱۸۷۴ و ۱۸۸۲ (در سده نوزدهم) روی داده و عبور بعدی به سال ۲۰۰۴ میلادی موکول گردیده است.

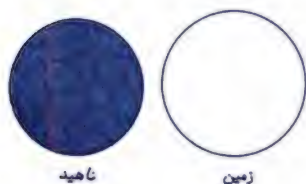
با وجودی که امروزه شیوه اندازه‌گیری فواصل فضایی از راه عبور سیارات از برابر خورشید کلاً "متروک و کنار گذاشته شده است، اما عبور ناهید هنوز از اهمیت خویش نکاسته است.

در سال ۱۷۶۱ ستاره‌شناس روسی بنام ام. و. لومونوسوف *M.V. Lomonosov* هنگام عبور سیاره از برابر خورشید، هاله‌ای در پیرامون قرص زهره مشاهده نمود و از این راه به وجود جو انبوه ناهید پی برد. به دنبال کشف لومونوسوف که متأسفانه با استقبال نه چندان روبرو گردید، جی. اچ. شروتر *J.H. Schroter* نیز در پایان سده هجدهم، جو متراکم پیرامون ناهید را مجدداً کشف کرد و اهمیت پژوهش‌های لومونوسوف را یادآور گردید.

شروتر و هرشل

Schröter & Herschel

دو نفر از بزرگان علم نجوم قرن هجدهم، یکی یوهان هیرونیموس شروتر *Johann Hieronymus Schroter* از رصدخانه لیلینتال *Lilienthal* واقع در نزدیکی‌های برمن *Bremen* و دیگری ویلیام هرشل *William Herschel* که از هانور زادگاه خویش به لندن عزیمت نموده بود، همزمان به بررسی ناهید پرداختند و برای کشف ناشناخته‌های این سیاره مرموز کمر همت بر بستند. لکه‌های هاله مانند مبهمی را که شروتر



اندازه ناهید - زهره با قطری برابر ۱۲۰۱۵۴ کیلومتر تقریباً با زمین که قطرش ۱۲۰۷۵۶ کیلومتر است، هم اندازه است.

Physical Data

قطر	۱۲۰۱۵۴ کیلومتر
خروج از مرکز مدار	۰/۰۰۷
جرم	$4/8689 \times 10^{24}$ کیلوگرم
حجم، در مقایسه با حجم زمین برابر	۰/۸۶
تراکم، در مقایسه با آب برابر	۵/۲۴
نقل سطحی، در مقایسه با نقل سطحی زمین برابر	۰/۹۰۲
سرعت گریر	۱۱/۱۸ کیلوگرم در ثانیه
مدت چرخش محوری	۲۴۳/۰۱ رور زمینی
تمایل محور	۱۷۸ درجه
نسبت بازتاب	۰/۷۶
پختی یا فشردگی قطبین	۰.۰

تاریخچه شناخت تلسکوپی ناهید

Observational Background

هنگامیکه گالیله در سال ۱۶۱۰ دوربین ساده خویش را به سوی زهره روان ساخت و برای نخستین بار صور سیاره مزبور را به چشم خویش مشاهده نمود، اساس هیئت بطلمیوس که بر پایه زمین مرکزی استوار بود و خورشید و سیارات و دیگر ستارگان را طواف کنندگان زمین می‌پنداشت یکباره فرو ریخت و پندارهایی که با تعصبات بس عمیق همراه بود، به دست فراموشی سپرده شد.

علاوه بر اینکه ناهید در چنان شرایطی است که دیدن یک دور کامل اهله آن برای گالیله غیرممکن می‌نمود، دیدن جزئیات سیاره مزبور که در حجاب ضخیمی از ابرها و بخارات جوی پوشیده شده برای وی نیز میسر نگردید و تنها افتخار دگرگونی علم نجوم و به زیر کشیدن هیئت بطلمیوس را برای خویش جاودانه ساخت.

نخستین نقشه ناهید در سال ۱۶۴۵ بوسیله ستاره‌شناسی به نام اف. فونتانا *F. Fontana* تهیه گردید. وی برای این کار از یک منعکس



مناطکره ناهید

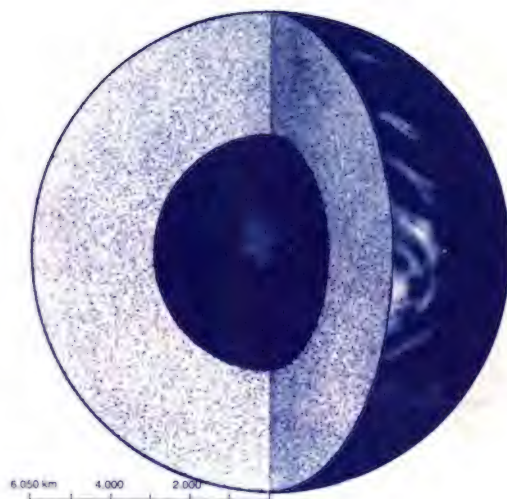
چرخش آرام زهره بیانگر آن است که سیاره مزبور از بابت جریان‌های درونی بسیار ناتوان است و از میدان مغناطیسی قابل توجهی برخوردار نیست. در حقیقت جو انبوه ناهید سطح سیاره را از برخورد بادهای خورشیدی محفوظ می‌دارد و در مناطکره آن اثری از کمربندهای تشعشعی همانند آنچه در زمین وجود دارد، به چشم نمی‌خورد.

مونت ویلسون Mount Wilson تهیه گردید. در این عکس که به کمک پرتو فرابنفش گرفته شد، پاره‌ای عوارض نسبتاً مشخص اما فاقد کیفیت که غالباً با اشباحی از ابرانشباه می‌گردید، دیده می‌شد. تا پیش از توسعه و پیشرفت تکنیک رادار تصور کلی بر آن بود که مدت چرخش ناهید چیزی حدود ۳ تا ۴ هفته است.

در سال ۱۹۵۰ نتایج بهتری از عکسبرداری‌هایی که بوسیله جی. پی. کوئی-پر G.P. Kuiper از رصدخانه مک‌دونالد MC.Donald واقع در تکزاس، و ان. آ. کوزیرف N. A. Kozzyrev در اتحاد جماهیر شوروی، و آ. دلفوس A. Dollfus از رصدخانه پیک دومیدی Pic du Midi فرانسه و همچنین ار. اس. ریچاردسون R.S. Richardson از رصدخانه مونت ویلسون، انجام شده بود، بدست آمد و چهره ایرآلود و مبهمی از زهره آشکار گردید.

ناهید شناسان دیگری چون بویر Boyer و ژرین Guerin فرانسیسی نیز مشترکاً عارضه Y شکلی را در سطح سیاره مزبور مشاهده کردند و به کمک آن یک دوره پسگرائی (قهقرائی) چهار روزه برای چرخش ناهید محاسبه نمودند. اما آنها نیز راه خطا رفتند و عارضه Y شکلی که دیده بودند چیزی جز اشباح توده ابرهای پیچیده سطح فوقانی زهره نمی بود.

تا پیش از عصر فضا، ناهید همچنان یک سیاره مرموز و دیرآشنا بشمار می‌رفت و درباره سطح آن دو نظریه گوناگون وجود داشت. ستاره‌شناسان آمریکائی به نام اف. ل. ویبل F.L. Whipple و دی. اچ. منزل D.H. Menzel بر این گمان بودند که سطح ناهید عمدتاً از آب پوشیده شده و گروه دیگر می‌پنداشتند که سطح زهره را دشت‌های داغ و سوزان و فاقد رطوبت فرا گرفته است، و چون تنها اطلاع مثبتی که از این سیاره در اختیار بود، وجود جو سرشار از دی‌اکسید کربن می‌بود، لذا



درون ناهید
زهره از نظر اندازه و جرم تقریباً به زمین شباهت دارد و ساختار درونی آن نیز قاعدتاً بایستی با زمین همانند باشد.

بر روی قرص درخشان ناهید مشاهده نمود، کوهستان‌های زهره پنداشت و هرشل لک‌های مزبور را به جوانبوه ناهید مربوط دانست. سرانجام هر دو بر این باور که پیرامون سیاره مزبور را لایه ابرگونه‌ای در برگرفته است اتفاق نظر یافتند و مشترکاً جو ناهید را تأیید نمودند. علاوه بر آن، شروتر نور ضعیفی را نیز در قسمت تاریک سیاره به ویژه هنگامیکه در مرحله هلال قرار دارد مشاهده نمود، که هنوز طبیعت واقعی آن به درستی شناخته نشده.

با وجودی که چهره حقیقی ناهید در زیر توده‌های انبوه ابر پوشیده شده و پی بردن به زمان چرخش آن کار دشواری است، مع الوصف شروتر زمان چرخش محوری زهره را حدود ۲۳ ساعت و ۲۱ دقیقه و ۷/۹ ثانیه محاسبه نمود. پاره‌ای ستاره‌شناسان در سده‌های هفدهم و هجدهم به وجود جرمی بنام قمر ناهید اشاره کرده‌اند که مطمئناً به دور از حقیقت بوده و پژوهش‌های نوین وجود هرگونه قمری را برای ناهید بکلی مردود دانسته است. شاید ذکر این نکته بی‌مورد نباشد که درخشندگی ناهید آنچنان است که بازتاب آن در تلسکوپ‌ها گاه به پندار قمری برای زهره می‌انجامد و ناهیدشناسان را به اشتباه وامی‌دارد.

دوره چرخش ناهید

Rotation Period

مدت زمان چرخش محوری ناهید تا همین اواخر بدرستی معلوم نبود و بین ۲۲ ساعت تا ۲۲۴/۷ روز زمینی برآورد می‌گردید. اگر رقم ۲۲۴/۷ روز درست می‌بود، قاعدتاً ناهید یک سیاره هم‌زمان بشمار می‌آمد و همواره فقط یک نیمکره ثابت آن رو به خورشید قرار می‌گرفت.

مشکلی که در تعیین مدت چرخش محوری ناهید وجود می‌داشت، این بود که عارضه و یا لکه مشخص و ثابتی در چهره سیاره مزبور به چشم نمی‌آمد و حتی فن عکاسی هم گاهی از کار نمی‌گشود. نخستین عکس نسبتاً مطلوب زهره بوسیله اف. ای. راس F.E. Ross در سال ۱۹۲۳ از رصدخانه



الیه زیبایی — از آنجائی که سیاره ناهید درخشان‌ترین و زیباترین جرم آسمانی است، از این رو همواره به الیه زیبایی آسمانها تشبیه می‌گردد و اروپائیان آن را بنام ونوس Venus می‌شناسند. چینی‌ها نیز ناهید را تایپه Tai-pe یعنی زیبای سفید می‌خوانند و بابلی‌ها آن را بنام خدای خویش، ایشتار می‌نامیدند.



ساکنان خیالی ناهید
اندیشه‌های رؤیایی، ساکنانی را برای ناهید متصور بوده است.
این پندار بویژه در قرن نوزدهم آن‌چنان قوت گرفت که حتی
روزنامه‌ها و مجلات تصاویر زیبایی از مناظر و ساکنان خیالی زهره
را در مطبوعات خویش درج می‌کردند.

به کمک اطلاعات مزبور می‌توان تصویر گویاتری از دگرگونی‌های پوسته و
همچنین ساختار درونی ناهید تهیه نمود و علاوه بر آن آتشفشان‌های کوچک
و عوارض بیشتری از پوسته سیاره مزبور را تحت بررسی قرار داد.

متأسفانه کاهش بودجه ناسا NASA برنامه VOIR را برای مدتی
به تأخیر انداخته است. اما اتحاد جماهیر شوروی در بدست آوردن اطلاعات
دقیق و زنده‌تری از ناهید همچنان در تلاش است. در نظر است سفینه‌هایی
به نام وگا Vega برای شناخت ستاره دنباله‌دار هالی در سال ۱۹۸۵ به
فضا روان گردد. * * * سفینه‌های مزبور نخست به سوی ناهید رفته و آرام —
نشین‌ها و گمانه‌هایی را به درون جو سیاره روان خواهند ساخت تا اطلاعاتی
در زمینه لایه‌های مختلف ابرهای ناهیدی بدست آورند و سپس در دنباله
ماموریت خویش به دیدار دنباله‌دار هالی بشتابند.



تصاویر شروت
شروت سیاره ناهید را در سال ۱۸۱۴ تحت مطالعه قرار داد و
معتقد گردید که زهره سیاره‌ای است سخت دیرآشنا که هیچگونه
عارضه مشخص و قابل تمیزی در آن یافت نمی‌گردد، شروت این
تصاویر را در کتابی به نام سیاره زیبا در سال ۱۷۹۶ چاپ نموده
است.

منطق حکم می‌کرد تا اثر گرمخانه‌ای گاز دی‌اکسید کربن را بپذیریم و دمای
فوق‌العاده زیادی برای سطح آن قائل شویم.

پژوهش‌های راداری انجام شده از سطح زمین، نشان می‌دهد که ناهید
دارای چرخش محوری بسیار آرامی است و دمای سطحی آن به چند صد
سانتیگراد می‌رسد.

سفر به ناهید

Mission to Venus

نخستین سفینه تحقیقاتی ناهید، و برای ۱ Venera نام داشت
که در فوریه ۱۹۶۱ بوسیله اتحاد جماهیر شوروی بر سطح زهره فرود آمد و
متأسفانه ارتباط آن پس از چند هفته با زمین قطع گردید. مارینر ۲
Mariner 2 سفینه پژوهشی آمریکا که در ۲۶ اوت ۱۹۶۲ به سوی زهره
روان شد در دسامبر همان سال از فاصله ۳۵ هزار کیلومتری ناهید گذشت و با
اطلاعاتی که به زمین مخابره نمود، نظریه موجودیت اقیانوس سراسری
ناهید را بکلی مردود ساخت و دمای سطحی آن را برابر ۴۸۰ درجه
سانتیگراد اندازه‌گیری کرد و همچنین آرامش و کندی چرخش محوری سیاره
را نیز مورد تأیید قرار داد. پژوهش‌های نوین ثابت نموده که مدت چرخش
ناهید از یک سال آن (یک دور گردش به دور خورشید) بیشتر بوده و ۲۴۳
روز زمینی به درازا می‌کشد، و از این بابت ناهید را در ردیف سیاره منحصراً
به فرد منظومه خورشیدی بشمار می‌آورد، همچنین معلوم گردیده که چرخش
زهره از خاور به باختر بوده و ضمناً قسمت‌های فوقانی جو آن از قسمت‌های
تحتانی سریع‌تر می‌چرخد که البته چگونگی این پدیده هنوز به درستی
شناخته نشده.

علاوه بر اطلاعات بالا، تحقیقات مارینر ۲، و همچنین پژوهش‌های
بعدی، معلومات ما را در زمینه شناخت میدان مغناطیسی ناهید وسعت
بخشیده و معلوم ساخت که زهره از میدان مغناطیسی نسبتاً ناتوانی برخوردار
است. مارینر ۵ که در سال ۱۹۶۷ و مارینر ۱۰ که در سال ۱۹۷۳ به سوی
ناهید روان گردیدند (مارینر ۱۰ در ماموریت به سوی سیاره تیر از کنار
ناهید عبور نمود)، ضمن عکسبرداری از سیاره مزبور جزئیات بیشتری از
ابرهای فوقانی زهره را در برابر دیدگان زمینی قرار دادند و سفینه‌های
آرام‌نشین Soft Lander اتحاد جماهیر شوروی و همچنین فضاوانو
آمریکایی پایونیر Pioneer نیز پیام‌های گرانبهائی به زمین مخابره
نمودند و از چهره ناهید تا حد زیادی پرده برگرفتند. سفاین شوروی
سطح زهره را بطور زنده در برابر دیدگان زمینی مجسم ساختند و گمانه
Probe هائی که به کمک چتر از جو سیاره به زیر فرستاده شد، عکس‌ها و
اطلاعات بسیار ارزشمندی به زمین مخابره نمودند و ناهید دیرآشنا را به
زمینیان مشتاق شناسانیدند. در نظر است گمانه دیگری بنام VOIR یا
Venus Orbiting Imaging Radar تا بیش از سال ۱۹۹۰ از سوی
ایالات متحده آمریکا به ناهید روان گردد و اطلاعاتی در زمینه ناهنجاری‌های
ثقلی Gravitational Anomalies زهره کسب و به زمین مخابره نماید. *

* آمریکا‌ئی‌ها در سال ۱۹۹۰ سفینه‌ای را بنام ماژلان به ناهید روانه ساختند ولی اطلاعات بدست آمده هنوز رسماً منتشر نشده است. م.
* * سفینه وگا در ژوئن ۱۹۸۵ از کنار زهره گذشت و گمانه‌هایی به‌سوی این سیاره فرستاد و سپس به راه خویش به طرف ستاره دنباله‌دار هالی
ادامه داد. متأسفانه از اطلاعات بدست آمده چیزی دستگیر نگردید. اما اطلاعاتی که در باره شناخت دنباله‌دار هالی کسب گردیده، در بخش
دنباله‌داران مورد گفتگو قرار گرفته است. م.

شاید در همان روزهای نخستین پیدایش منظومه شمسی، یعنی زمانی که بادهای خورشیدی *Solar Winds* از وضع فعلی متراکم تر بوده است، محل کنونی ناهید گازهای بیشتری دریافت داشته و از انبوهش گازهای مزبور پیش سیاره زهره پدید آمده است. پیش سیاره *Proto Planet* ناهید از همان روزهای آغازین همانند سپری جلوی بادهای خورشیدی را سد کرده و از وزش و رسیدن آنها به سیاره‌های زمین و بهرام (مریخ) مانعت نموده است و کمپایی گازهایی چون کریپتون و زنون *Xenon* و آرگن در جو زمین و بهرام را احتمالاً بایستی ناشی از همین مانعت دانست.

بدون تردید مقدار کریپتون موجود در جو ناهید حداقل سه برابر کریپتون جو زمین است و مقدار گاز آرگن آن نیز هفتصد بار بیشتر از گاز کریپتون می‌باشد، و هنگامی که نسبت میان گازهای آرگن و کریپتون زمین و بهرام را که ۳۰ به ۱ است، با آن مقایسه می‌کنیم به نتیجه مطلوب نزدیک‌تر می‌شویم.

با توجه به اینکه مقدار گاز آرگن خورشید ۲۰۰۰ بار بیشتر از کریپتون آن است، با این حقیقت که گازهای مزبور به احتمال زیاد از خورشید آمده‌اند، روبرو می‌گردیم و مایه اولیه تشکیل دهنده سیارات را به خورشید وابسته می‌دانیم. نتایج حاصل از سفر پایونیر، این گمان را تا مرز یقین نیرو بخشیده است.

گاز دی اکسید کربن جو ناهید در مقایسه با جو زمین بسیار زیاد است و مقدار نیتروژن جو آن نیز بهمان سان از نیتروژن جو زمین بیشتر است و به‌میزانی معادل سه‌برابر نیتروژن جو زمین می‌رسد. از سوی دیگر، نیتروژن جو بهرام به مراتب از آن هم کمتر است.

از جمله اسرار ناهید، فرآیند شیمیائی مرموز و پیچیده ابرهای آن است. وجود گازهایی مانند سولفید تیدرژن H_2S سولفید کربونیل Cos ، دی اکسید گوگرد So_2 و بخار آب H_2O در جو ناهید باعث گردیده تا قطراتی از اسید سولفوریک در هوای زهره پدید آید.

بررسی‌های انجام شده روی نسبت میان تیدرژن سبک و تیدرژن سنگین (دیوتریوم *Deuterium*) موجود در جو ناهید ما را با حقایق در زمینه وضعیت آب در سیاره مزبور آشنا می‌سازد.

جوناهید

ATMOSPHERE

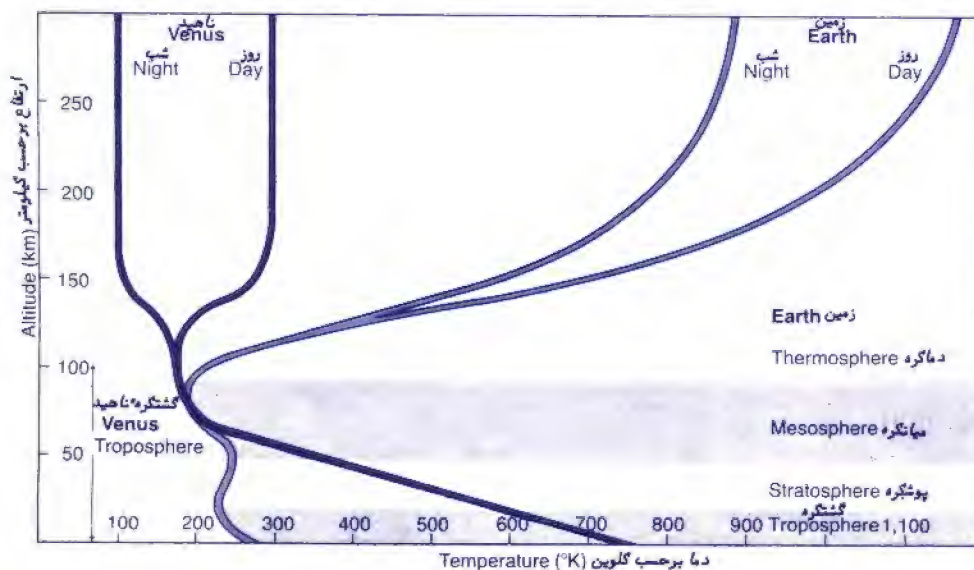
ترکیب جو

Composition of the Atmosphere

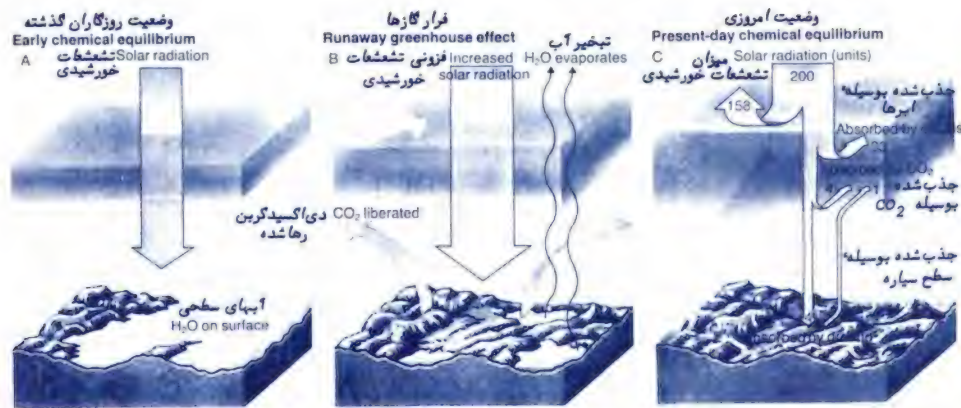
مهمترین گاز تشکیل دهنده جو ناهید گاز دی اکسید کربن است که با گازهای دیگری چون نیتروژن، اکسیژن، دی اکسید گوگرد و قدری بخار آب همراه است.

بی بردن به میزان گازهای مزبور ما را با نحوه رویش و سیر تکاملی ناهید آشنا می‌سازد و دریچه‌هایی را از تاریخ پیدایش و رویش اعضای خانواده خورشید، در برابر دیدگان ما می‌گشاید. نتایج بدست آمده از این اندازه‌گیری‌ها که بیشتر به کمک سفینه پایونیر انجام یافته است، نشان می‌دهد که جو ناهید از شمار فراوانی ایزوتوپ‌های آرگن $Ar-36$ و $Ar-38$ که مقدار آن از جو زمین به مراتب بیشتر است تشکیل یافته و همچنین مقدار کمی ایزوتوپ $Ar-40$ نیز در آن وجود دارد که کلاً "بر اثر زوال رادیو-اکتیو پخته" پتاسیم حاصل گردیده‌اند، حال آنکه ده درصد گاز آرگن حاصله از زوال‌های رادیواکتیو پخته جو زمین در نتیجه واپفرسائی یا ساینده *Weathering* سنگها تشکیل یافته است. این سنجش نشان دهنده آن است که، برای تولید گازهایی چون آرگن، مگانیسم دیگری سوی مگانیسم واپفرسائی وجود دارد که از مگانیسم زمینی به مراتب فعال تر است.

علاوه بر گاز آرگن، بنظر می‌رسد که ناهید از نظر گاز کریپتون *Krypton* نیز سیاره‌ای غنی تر از زمین است. چنین پنداری ما را به گوشه‌هایی از رمز آفرینش راهنمایی می‌کند و در پذیرش تئوری پیدایش منظومه خورشیدی مصمم تر می‌سازد.



این نمودار وضعیت دمای روز و شب سیاره‌های ناهید و زمین را در ارتفاعات مختلف نشان می‌دهد.



اثر گرمخانه

خورشید در روزهای آغازین حیات منظومه شمسی از دمای کمتری برخوردار بود و در مقایسه با امروز، انرژی حرارتی کمتری از خود گسیل می‌داشت.

A- در آن روزگار پاره‌ای از بخش‌های ناهید را آب فرا گرفته بود و تعادل لازم میان تبخیر و ریزش وجود داشت.

B- با فزونی گرفتن دمای خورشید، سطح ناهید سرعت گرم شد و دی اکسید کربن فراوانی رها گردید و بتدریج بر ستبرای و تیرگی جو سیاره افزوده شد.

C- ضخامت و تیرگی جو تا حد زیادی از ورود تشعشعات خورشیدی جلوگیری کرد و مقداری از آن را به خارج منعکس نمود و بخشی از آن را به خود جذب کرد و فقط مقدار کمی را از خود عبور داد و سرانجام تعادل حرارتی مجدداً برقرار گردید.

توده ابرهای انبوه ناهید وابسته است.

شرایطی که محیط ناهید را به چنین دوزخ مرگباری مبدل ساخته است، می‌تواند در آینده زمین نیز صدق نماید. طبیعی است، عدم رعایت نکات مربوط به بهداشت محیط زیست و آلودگی آن از راه کاربرد هرچه بیشتر سوخت‌های سنگواره‌ای (فیدروکربن‌ها) و دیگر مصنوعات تولید کننده دی اکسید کربن (مانند اسپری‌ها)، روز به روز بر میزان گاز دی اکسید کربن جو زمین خواهد افزود و موجبات پیدایش اثر گرمخانه‌ای را به‌مرور فراهم خواهد ساخت. بر ماست تا از بجای گذاردن مقدمات چنین میراث مرگباری سخت بهره‌ریم و این حقیقت را که زمین فقط به نسل حاضر تعلق ندارد، بپذیریم.

نسبت میان گازهای مزبور در جو کنونی ناهید حدود یک به صد و شصت است، درحالی‌که همین نسبت در زمین معادل یک به پانزده هزار می‌باشد. این وضعیت نشانگر آن است که ناهید آب‌های خویش را که شاید روزگاری بصورت اقیانوس بوده‌اند، طی فرآیندهایی به فیدروزن مبدل نموده و سپس در جو خود رها ساخته است.

احتمالاً در روزگاری که خورشید سردتر از امروز می‌بوده، ناهید نیز همانند زمین از اقیانوس‌هایی برخوردار بوده است. (شاید پژوهش‌های بعدی بستر اقیانوس‌ها و مجاری آب آن روزگار ناهید را آشکار سازد)، ولی هنگامیکه دمای خورشید به فزونی گرائید، اثر گرمخانه‌ای به تدریج در ناهید پدیدار شد و دمای سطحی را تا حد نقطه جوش فزونی بخشید و لاجرم آب اقیانوس‌ها را به جوش آورد و تبخیر نمود.

Composition of the Atmosphere

درصد حجم	۹۷
درصد حجم	1×10^{-1}
درصد حجم	5×10^{-3}
درصد حجم	6×10^{-5}
درصد حجم	5×10^{-7}

ترکیبات جو ناهید

دی اکسید کربن
بخار آب حدود
مونواکسید کربن
فیدروزن کلراید
فیدروزن فلوراید

اثر گرمخانه‌ای در جو ناهید

The Greenhouse Effect

آزمایش‌ها کلاً نشان می‌دهد که دمای سطح ناهید تقریباً بطور یکنواخت حدود ۷۳۷ کلوین است. از سوی دیگری دانیم که بیشترین میزان گازهای متشکله جو زهره به دی اکسید کربن تعلق دارد. راستی این چنین اختلاف میان زمین و ناهید از چیست؟

گفتیم که مراحل تشکیل و رویش زمین و ناهید باهم شبیه است. از سوئی مقدار دی اکسید کربن موجود در جو ناهید با مقدار دی اکسید کربن در سنگهای سطح زمین نیز کمابیش برابر است. از طرفی مدار گردش ناهید به دور خورشید نزدیک‌تر از مدار گردش زمین است و بالطبع دمای بیشتری از خورشید دریافت می‌دارد و نتیجتاً موجبات پیدایش اثر گرمخانه‌ای *Greenhouse Effect* را در زهره فراهم می‌سازد.

البته وجود گاز دی اکسید کربن در جو ناهید را نباید تنها پدید آورنده اثر گرمخانه‌ای بشمار آورد، بلکه گاز مزبور فقط ۵۵ درصد دمای ناهید را موجب می‌گردد و از ۴۵ درصد باقیمانده، ۲۵ درصد به بخار آب موجود در جو ارتباط دارد، ۵ درصد به دی اکسید گوگرد و ۱۵ درصد بقیه به

جریان‌های جوی ناهید

بدون تردید یکی از شگفتی‌های جو ناهید سرعت چرخش ابرهای فوقانی آن است. ابرهای مزبور که ۴ روز یک بار به دور محور ناهید می‌چرخند وقتی با چرخش خود سیاره که هر ۲۴۳ روز یکبار انجام می‌شود، مقایسه گردد، از سرعت فوق‌العاده زیاد آنها حکایت می‌کند، و بدینسان سریع‌ترین چرخش سیارات منظومه خورشیدی را به لایه‌های فوقانی جو ناهید اختصاص می‌دهد.

چگونگی مکانیسم چرخش سریع ابرهای مزبور را احتمالاً بایستی از

Surface Features

عوارض سطح ناهید
از سطح ناهید تا پیش از سال ۱۹۶۲ آگاهی روشنی نداشتیم. تا آن زمان گروهی از ناهید شناسان مانند اف. ال. ویپل و دی. اچ. منزل بر این گمان بودند که سطح زهره را آب فرا گرفته است. این پندار تا زمانی که عکسبرداری از سطح ناهید امکان پذیر نگردیده بود، همچنان به قوت خود باقی بود. سفینه‌هایی چون پایونیر که در سال ۱۹۷۸ بوسیله ایالات متحده آمریکا به سوی ناهید روان گردید به حل این معما تا حدی نایل آمد و به کمک سیستم‌های مجهز به رادار از حدود ۸۰ درصد از سطح سیاره تا این تاریخ* نقشه‌برداری شد.

عمده‌ترین عارضه‌ای که در سطح زهره به چشم می‌خورد، دشت ناهمواری است که حدود ۷۰ درصد سطح نقشه‌برداری شده را پوشانیده است، بیست درصد از اراضی باقیمانده به گودال‌ها و مناطق پست اختصاص یافته و ده درصد دیگر به فلات‌هایی متعلق است که عمدتاً در دو منطقه یکی در نیمکره شمالی و دیگری در نیمکره جنوبی قرار گرفته‌اند.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که پوسته ناهید برخلاف زمین فقط از یک صفحه تکتونیکی تشکیل یافته و سیاره از پوسته‌ای تقریباً صاف و هموار برخوردار است.

از آنجائی که ناهید از دریا و اقیانوس بی بهره است، لذا سطحی به شعاع متوسط ۶۰۵۱/۲ کیلومتر را به عنوان سطح مبنای ارتفاعات برگزیده و پستی‌ها و بلندی‌های زهره را نسبت به آن می‌سنجند.

ناهید کره تقریباً کاملاً است و برخلاف دیگر سیارات منظومه خورشیدی در پوسته آن اثری از گود *Crater* های شهابی به چشم نمی‌خورد، چگونگی این وضع را ظاهراً بایستی به جو بسیار انبوه آن که شهابسنگ‌ها و شخانه‌ها را پیش از برخورد به سطح سیاره ذوب و نابود می‌سازد مربوط

جذب تمام انرژی خورشیدی بوسیله ابرهای فوقانی جو ناهید، ناشی دانست. عکس‌های روشنی که از سیاره ناهید گرفته شده، جزئیات نسبتاً زیادی از چگونگی ساختار ابرهای ناهیدی را مشخص می‌سازند و پیچیده‌ها *Eddies* و چرخه‌ها *Cyclons* و گردبادهای نسبتاً زیادی را در جو ناهید نشان می‌دهند.

پیچیده‌های عظیم جو ناهید غالباً به شکل حرف Y کشیده‌ای که همانند کمربندی گرداگرد سیاره را در بر گرفته است، خودنمایی می‌کنند. وجود عارضه مزبور جریان نیرومند بادهایی را که از سوی خاور به باختر در وزیدن هستند، بیان می‌دارد. سرعت بادهای مزبور در لایه‌های مختلف جو ناهید متفاوت است و متناصب با ارتفاع آنها افزایش می‌یابد، بطوری که در لایه‌های فوقانی به حدود ۱۰۰ متر در ثانیه و در ارتفاع ۵۰ کیلومتری به ۵۰ متر در ثانیه و سرانجام در سطح سیاره به چند متر در ثانیه می‌رسد.

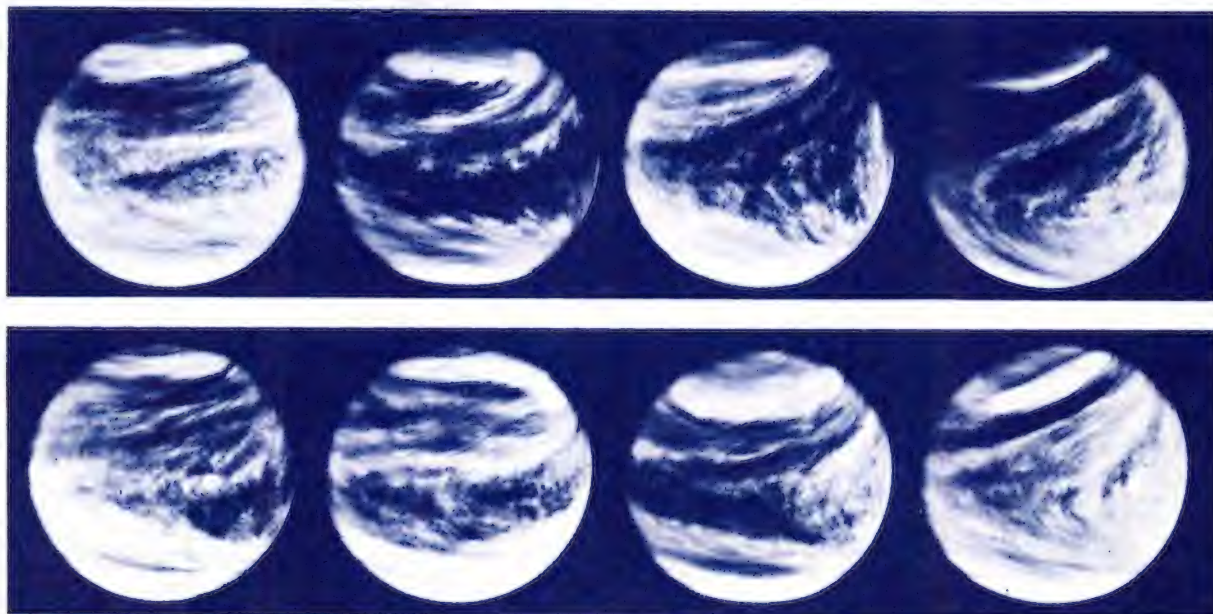
از دیگر ویژگی‌های این بادهای که از خاور به باختر جریان دارند، این است که در دو طرف خط نیمگان (استواء) و بصورت مارپیچ رو به قطب قرار گرفته‌اند.

نوع ابرهای ناهید

Cloud Types

ابرهای زهره که در ارتفاع ۷۰ کیلومتری سطح سیاره قرار دارند، دارای رنگی مایل به زرد هستند و فاقد بخار آب می‌باشند و سطح آنها را قشر تیره‌ای از قطرات اسید سولفوریک پوشانیده است.

پیام‌هایی که از سفینه‌های ونا ۱۱ و ۱۲ دریافت شده، گویای آن است که در مدت زمانی کوتاه حداقل ۲۵ بار رعد و برق در ناهید به وقوع پیوسته و گوش زمینیان را با صدای توفانهای ناهید آشنا ساخته است، اما منشاء آنها که گاه با فعالیت‌های آتشفشانی توأمند، هنوز بدرستی روشن نیست.



در این تصاویر که بوسیله سفینه پایونیر و به شیوه یرتو فرابنفش تهیه شده است، سرعت جریان لایه‌های فوقانی جو ناهید را طی چهار روز پی در پی نشان می‌دهد، رأس Y در تصویر یکم و همچنین تصویر یکم که چهار روز بعد برداشته شده بخوبی دیده می‌شود.



این عکس‌ها که بوسیله مارینر ۱۰ و به شیوه پرتو فرابنفش تهیه شده‌اند، هرکدام به فاصله زمانی ۷ ساعت عکسبرداری گردیده‌اند. علامتهایی که با پیکان مشخص شده، تغییر مکان ابرها را در این مدت کوتاه نمایان می‌سازند.

۲۰۰ کیلومتر می‌رسد، این عارضه در مرکز یک سری خطوط شعاعی که احتمالا" مسیر جریان مواد گداخته می‌باشند، قرار گرفته است.

بطور کلی اطلاعات کنونی ما از سطح ناهید، بوسیله ناهیدنشین‌های اتحاد جماهیر شوروی یا ونرا *Venera* و سفینه پایونیر ابالات متحده آمریکا به دست آمده است.

ناهیدنشین‌های ونرای ۹ و ۱۰ که با موفقیت در سطح ناهید فرود آمدند، در ژوئن سال ۱۹۷۵ به فضا پرتاب گردیدند و در اکتبر همان سال به زهره رسیدند. با وجودی که ناهیدنشین‌های مزبور فقط حدود یک ساعت پس از فرود کار کردند، ولی در همین مدت کوتاه عکس‌های جالبی را از سطح سیاره به زمین مخابره نمودند.

نمونه‌برداری‌هایی که بوسیله ونرا ۱۰ به عمل آمده نشان داد که سنگهای محل فرود غالبا" از پتاسیم، توریم و اورانیم تشکیل یافته و سرعت باد سطحی به ۴۰ تا ۷۰ سانتیمتر در ثانیه (۱/۵ کیلومتر تا ۲/۵ کیلومتر در ساعت) می‌رسد و سرعت باد در محل فرود ونرای ۹ که حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از فرودگاه ونرا ۱۰ فاصله داشت به ۸۰ تا ۱۳۰ سانتیمتر در ثانیه (۳ تا ۴/۷ کیلومتر در ساعت) بالغ می‌گردد.

ونراهای ۱۳ و ۱۴ ضمن عکس‌های رنگینی که از سطح ناهید مخابره نمودند، گوشه‌هایی از آسمان نارنجی روشن سیاره را نیز به نمایش گذاردند. ونرا ۱۴ در محلی به فاصله حدود ۹۰۰ کیلومتری ونرا ۱۳ که از خاکهای نرم توأم با سنگهای مضرر رنگین تشکیل یافته بود، فرود آمد. آزمایش نمونه‌های فرودگاه ونرا ۱۳ نسبت بالای پتاسیم خاکهای آن را نشان می‌داد و نمونه‌های فرودگاه ونرا ۱۴ از سنگهای بازالتی حکایت می‌کرد و همانندی آنها را با سیاهسنگ‌های بستر دریاها و اقیانوس‌های زمین ثابت می‌نمود. سفینه پایونیر مادر که در ۸ اوت ۱۹۷۸ از سوی آمریکا به ناهید روان گردیده بود، پس از ورود به جو زهره از کار افتاد ولی اطلاعات حاصل از گمانه‌های کوچکی که از آن رها شده و به سطح ناهید نشسته بودند، نتایج ناهیدنشین‌های اتحاد جماهیر شوروی را تأیید می‌کرد.

دانست و قاعدتا" آن دسته از گودهای موجود در پوسته زهره را در ارتباط با فعالیت‌های آذرین بشمار آورد.

فلات‌ها و کوههای ناهید

Plateau & Mountains

حدود ده درصد از اراضی نقشه‌برداری شده ناهید را فرا بوم‌ها و فلات‌های زهره در بر گرفته است. مهمترین فرا بوم‌های ناهید فلات ایشتر ترا *Ishtar Terra* و فلات آفرودیت ترا *Aphrodite Terra* است. فلات ایشتر ترا که در نیمکره شمالی قرار دارد از نظر وسعت تقریبا" با قاره استرالیا برابر است و ارتفاع میانگین آن به حدود ۳ کیلومتر می‌رسد. در این فلات رشته‌کوه‌های چندی مانند ماکسول مونت *Maxwell Montes* وجود دارد که ارتفاع متوسط آن به حدود ۱۱ کیلومتر بالغ می‌گردد.

فرا بوم دیگر فلات آفرودیت ترا نام دارد که با ابعادی حدود ۳۲۰۰ × ۹۷۰۰ کیلومتر تقریبا" با قاره آفریقا برابری می‌کند. در این فلات که تقریبا" به موازات استوای ناهید قرار گرفته است، رشته‌کوه‌هایی به ارتفاع ۷ کیلومتر به چشم می‌خورد که از ستیغ‌های خشن و شکسته تشکیل یافته‌اند.

علاوه بر فلات‌های بالا، فرا بوم دیگری بنام بتارژیو *Beta Regio* نیز در ناهید وجود دارد از دو سپر آتشفشانی فعال پدید آمده است. بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که پوسته ناهید از سنگهای بسیار خشک و غیر قابل انعطاف تشکیل یافته است.

بلندی‌ها و دره‌های ناهید

Highlands & Valleys

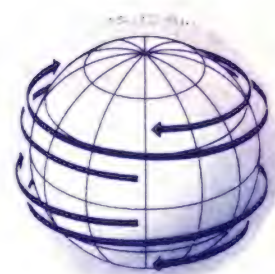
پست‌ترین مناطق ناهید دره‌نشستی دیانا چسما *Diana Chasma* است که در فلات آفرودیت قرار گرفته است. ژرفای این دره که عرض آن به ۲۸۰ کیلومتر می‌رسد، حدود ۲- کیلومتر است و نسبت به اراضی پیرامون خود حدود ۴ کیلومتر گودتر است.

سافو

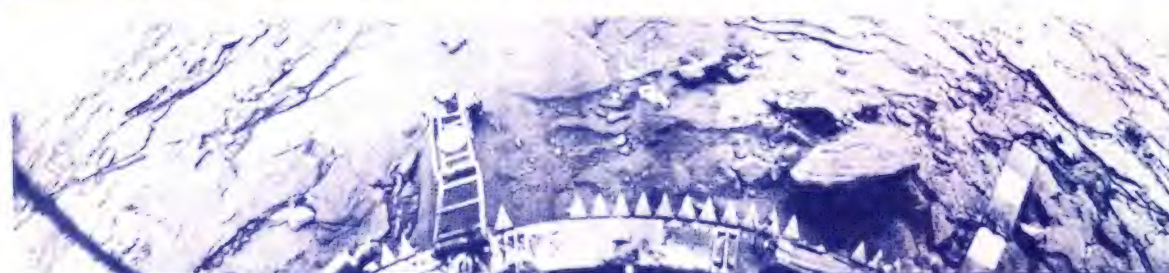
Sappho

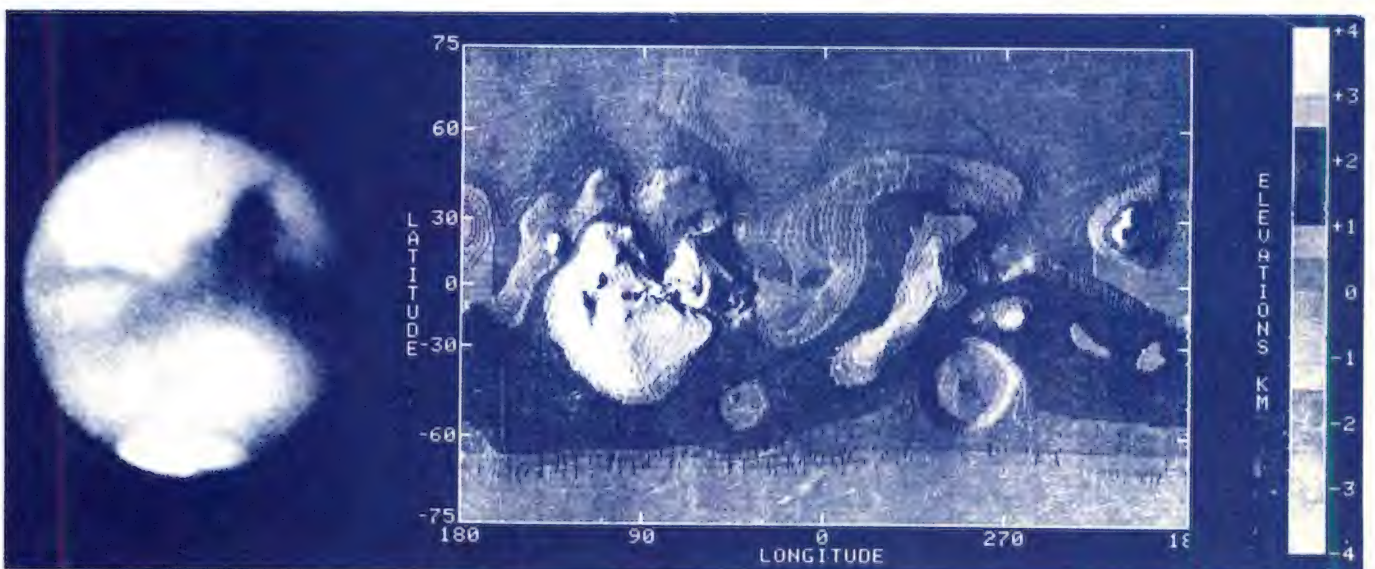
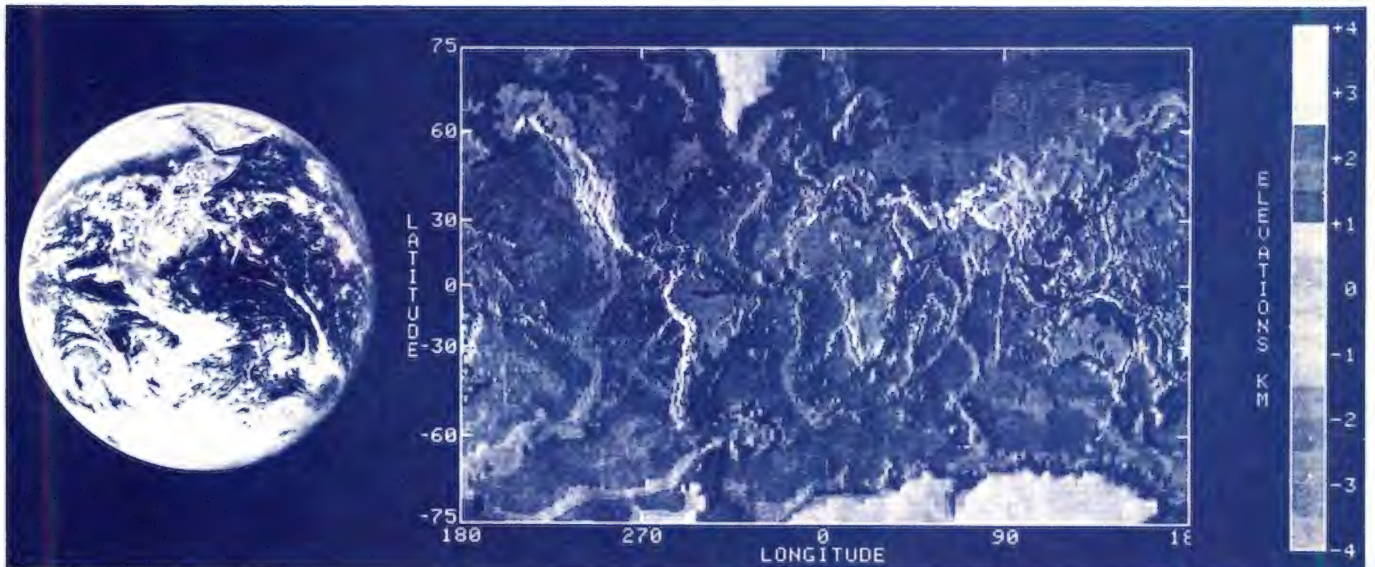
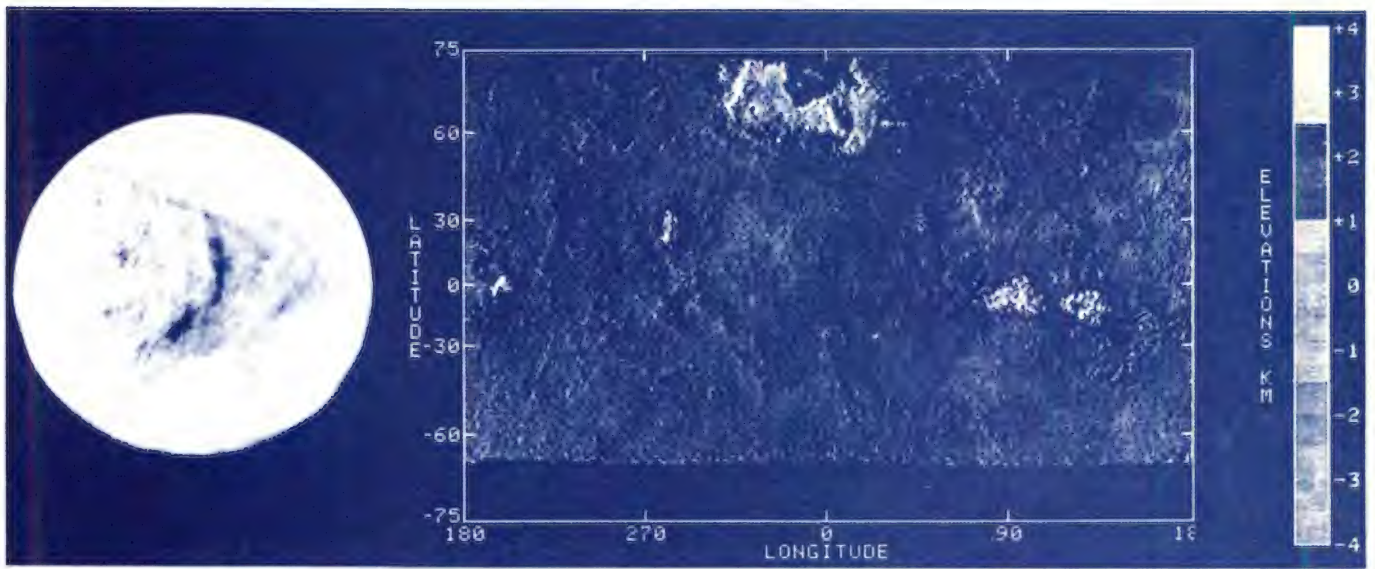
جالب‌ترین عارضه پوسته ناهید سافو نام دارد که قطر آن به بیش از

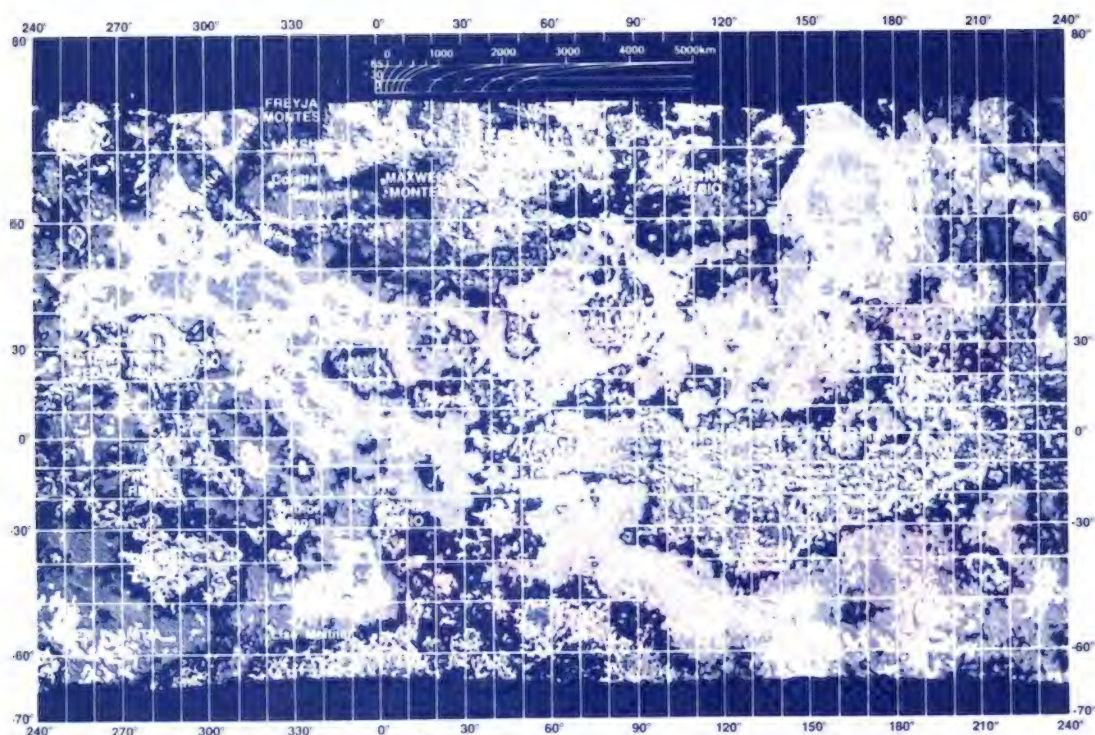
بادهای ناهید - ناهید دارای چرخش بسیار آرام و کند است. اما سرعت بادهای آن که به شکل مارپیچ رویه قطب جریان دارند، در سطح ناهید حدود ۴ کیلومتر در ساعت و در لایه‌های فوقانی به حدود ۳۶۰ کیلومتر در ساعت بالغ می‌گردد.



عکس‌هایی از محل فرود سفینه‌های ویرا ۱۳ و ۱۴







نقشه توپوگرافی ناهید
که به کمک سفینه پایونیر
تهیه گردیده است.



این تصاویر موقعیت عوارض سطح ناهید را به کمک مدارها و نصف النهارها نمایش می‌دهند.

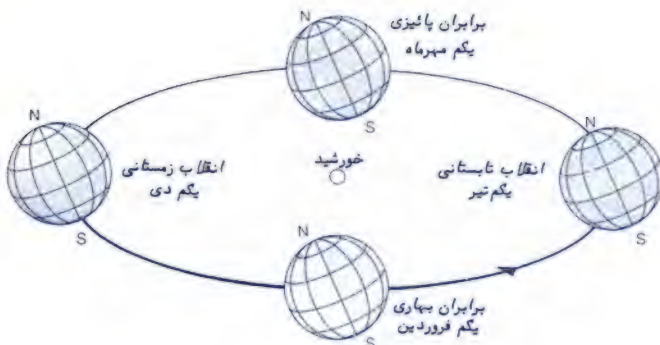


بخشی از سطح ناهید آن‌جاست که از دیدگاه ویرا ۱۲ دیده می‌شود.

زمین (ارض)

THE EARTH





فصل‌های زمین - فصل‌های چهارگانه زمین به دلیل تمایل محور چرخش زمین نسبت به قائم بر سطح مدار آن که حدود ۲۳/۵ درجه است، پدید می‌آیند. هنگامیکه نیمکره شمالی رو به خورشید می‌گردد، زمستان آن تابستان آن است و زمانیکه از خورشید دور می‌گردد، زمستان آن می‌باشد. فقط دو بار در سال که یکی هنگام برابری بهاری *Vernal Equinox* و دیگری زمان برابری پاییزی *Autumnal Equinox* است، خورشید بر نیمگان *Equator* زمین عمود می‌تابد.

جنوب وجود دارد که اندازه آنها متناسب با فصل در تغییر است.

پوسته زمین

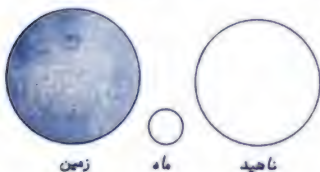
Earth's Crust

پوسته زمین تحت تأثیر عامل فرسایش که از شرایط جوی حاکم بر کره خاکی ما نشأت می‌گیرد، همواره در حال دگرگونی و تعدیل است. ازواکنش سنگها در برابر عوامل شیمیائی و فیزیکی، آوارها *Debris* پدید می‌آیند که همراه آب از سوئی به سوی دیگر نقل مکان یافته و سرانجام در نواحی پست مانند اعماق اقیانوس‌ها و گودال‌ها انباشته می‌گردند و عارضه‌ای را بنام چین‌های رسوبی پدید می‌آورند. پوسته زمین در نتیجه فرسایش همواره رو به پستی رفته و از ارتفاع آن کاسته می‌شود. برابر محاسباتی که انجام شده، فرسایش بطور متوسط با روندی معادل ۸/۶ سانتیمتر در هر ۱۰،۰۰۰ سال از ارتفاع پوسته زمین می‌کاهد (البته مقدار این روند بر حسب موقعیت جغرافیائی و شرایط اقلیمی متغیر است) و مواد جاکن شده را که همان آوارها هستند بدست باد و آب می‌سپارد تا در بستر دریاها رسوب کنند و بعدها تحت تأثیر عامل تراکم به سنگهای رسوبی *Sedimentary Rocks* تبدیل شوند. سنگهای آذرین *Igneous Rocks* نیز با بیای این ماجرا از سخت شدن تفتال *Magma* ها و مواد گداخته جایی برای خود می‌یابند و سنگهای دگرگون *Metamorphic Rocks* هم که تحت تأثیر فشار و دما پدید می‌آیند، در میان سنگهای پوسته زمین جای دارند.

حیات زمینی و منشاء آن

Origins of Life

تا جایی که دانش و امکانات امروزی اجازه داده است، موهبت حیات در منظومه خورشیدی فقط به زمین ارزانی گردیده و کره خاکی ما از این بابت



مقایسه ابعاد زمین و ماه و زمین و ماه هر کدام به تنهایی حدود چهار بار بزرگتر از کره ماه می‌باشند.

ویژگی‌های زمین

CHARACTERISTICS OF EARTH

زمین که بدرستی باید آن را یک سیاره دوتائی *Binary Planet* بشمار آورد، سومین سیاره از منظومه خورشیدی است. زمین با قمر خویش یعنی کره ماه *Moon* جفت تقریباً "بهم پیوسته‌ای هستند که نمونه آن را جز در سیاره پلوتو و قمر آن یعنی کارون در هیچیک از اعضاء خانواده خورشیدی نمی‌توان یافت.

قطر کره ماه حدود ۱/۴ قطر کره زمین و جرم آن حدود ۱/۸۰ جرم زمین است. حال آن که نسبت میان اقطار دیگر سیارات منظومه خورشیدی و مادر آنها از رقم ۱/۱۰۰ تجاوز نمی‌کند.

زمین روی مداری بدفاصله متوسط ۱۴۹،۵۹۷،۹۰۰ کیلومتر (که به آن یک واحد نجومی گفته می‌شود) به گرد خورشید در گردش است. مقدار خروج از مرکز *Eccentricity* مدار زمین حدود ۰/۰۱۷ است و به همین دلیل فاصله زمین تا خورشید در حدی میان ۱۴۷،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر (در نقطه پری هلیون یا حضیض) و ۱۵۲ میلیون کیلومتر (در نقطه افلیون یا اوج) در تغییر است. یک دور گردش کامل زمین به گرد خورشید ۳۶۵/۲۵۶ روز به درازا می‌کشد و زمان چرخش محوری آن ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه و ۴ ثانیه است.

زمین بزرگ‌ترین سیاره از گروه سیارات درونی منظومه خورشیدی است و قطر استوائی آن به ۱۲۷۵۶ کیلومتر (حدود ۱/۴ قطر برجیس یا مشتری یعنی بزرگ‌ترین سیاره منظومه خورشیدی) بالغ می‌گردد.

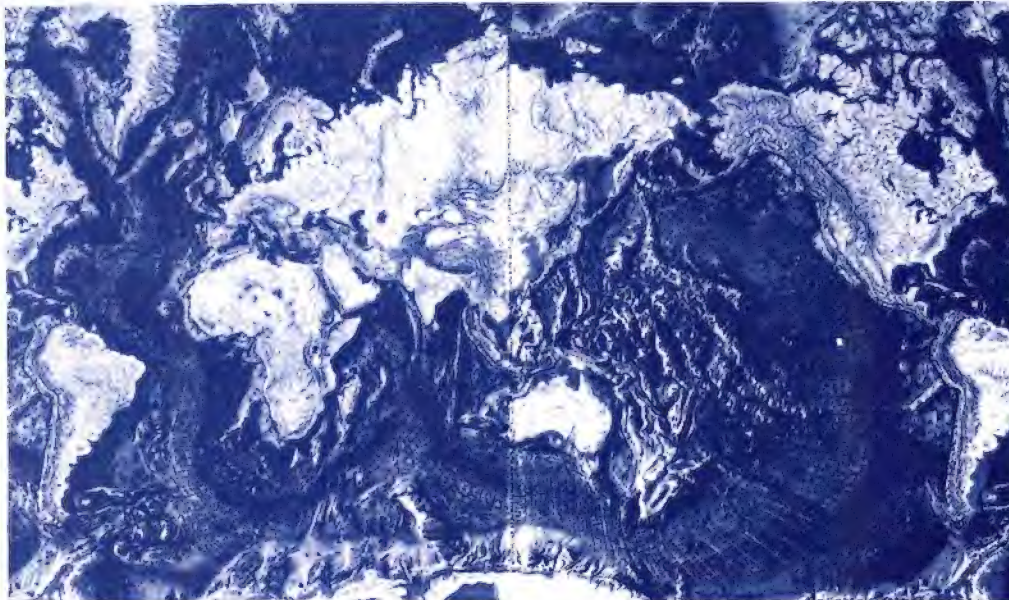
مقدار پختی یا فشردگی قطبین *Ellipticity* زمین ۰/۰۰۳ است که از نظر علمی قابل ملاحظه و از نظر عمومی قابل چشم‌پوشی است. سیاره زمین را صرف‌نظر از بلندی‌ها و پستی‌های آن می‌توان کره نسبتاً "صاف و همواری محسوب داشت. اگر قطر کره زمین را برابر یک متر فرض کنیم، ناهمواری‌های آن حتی در بدترین شرایط (مانند بلندترین کوهها و پست‌ترین گودال‌ها) از ۱ میلی‌متر تجاوز نمی‌کند.

میهن‌خاکی ما با چگالی *Specific Gravity* ۵/۵۱۷ مترکرم-ترین و چگال‌ترین سیاره منظومه خورشیدی است.

زمین از دیدگاه فضائی با ترکیبی از رنگهای آبی و قهوه‌ای و سبز که در هاله سفید رنگ متغیری پوشیده شده، جلوه‌گر می‌شود. سطح زمین از آب و خشکی تشکیل یافته و گاز پوشای بنام جو آن را در بر گرفته است. اقیانوس‌ها و دریاها ۲/۳ سطح زمین را فرا گرفته‌اند و ۱/۳ دیگر که بالاتر از سطح آب است و از مواد سنگی و خاک و غبار تشکیل شده، به خشکی‌ها اختصاص یافته است.

در زمین دو کلاهک قطبی *Polar Caps* یکی در شمال و یکی در

سطح زمین
پستی ها و بلندی های زمین موجب پیدایش اقیانوس ها و خشکی ها گردیده است . پوسته زمین مرکب از تعداد صفحاتی است که قاره ها بر آن
سوارند . خط الراس رشته کوه های زیر دریائی و گودال های کف اقیانوس ها که درزهای صفحات مزبور را تشکیل می دهند ، در حقیقت زایشگاه
پوسته زمین هستند .



در نخستین ردیف انحصاری جای گرفته است ، به همین مناسبت شایسته
است تا کمی هم درباره منشأ حیات زمینی بیندیشیم و از رموز این نعمت
انحصاری تا حد ممکن آگاه شویم .

در زمینه پیدایش و منشأ حیات زمینی نظر کلی بر آن است که ،
اقیانوس های اولیه زمین همانند یک سوپ *Soup* که محیط مساعدی برای
رویش و نمو حیات محسوب می گردد عمل کرده و حیات آغازین را در دامان
خویش پرورش داده و پس از طی مراحل آن را به دیگر جاهای زمین پراکنده است .
در تأیید این نظریه می توان پذیرفت که خورشید آغازین از امروز به مراتب
سردتر بوده و درخشندگی و گرمای آن به آرامی فزونی گرفته و سطح زمین را
تا حدی که شرایط مساعد برای تئوری سوپ حیات از هر نظر فراهم شود گرم
کرده است .

در کنار این پندار ، گروه دیگری قرار دارند که به انتقال حیات از فضای
خارج معتقد بوده و شهاب سنگ ها یا سنگ های آسمانی را عاملین انتقال حیات
از فضای خارج محسوب می دارند .

Physical Data

Physical Data	شنا نامه زمین
قطر	۱۲۰۷۵۶ کیلومتر
پختی یا فشردگی قطبین	۰/۰۰۳۴
جرم	۵/۹۷۴۲ × ۱۰ ^{۲۴} کیلوگرم
حجم	۱/۰۸۴ × ۱۰ ^{۱۲} کیلومتر مکعب
تراکم ، بر مبنای آب برابر ۱	۵/۵۲
ثقل سطحی	۹/۷۸ متر بر مجذور ثانیه
سرعت گریز	۱۱/۱۸ کیلومتر در ثانیه
سرعت چرخش	۲۳/۹۳۴۵ ساعت
تمایل محور چرخش	۲۳/۴۴ درجه
نسبت بازتاب	۰/۲۹

دوره چهارم

Ma میلیون سال	Ma میلیون سال	انسان Man پستانداران Mammals
570	Quaternary Neogene Paleogene	آهکین (گرسه) Cretaceous
1,000		پرندگان Birds دایناسورها Dinosaurs
		ژوراسیک Jurassic
		تریاسیک Triassic
2,000		خزندگان شبه پستاندار Mammal-like reptiles دورستیان نخستین Early amphibian animals
		پرمین Permian
		زغالینه Carboniferous (گربونفر) مخروطیان Coniferates سرخس ها Ferns
3,000		ماهیان Fish گیاهان نخستین Early land plants
		دونیان Devonian
		سیلورین Silurian
4,000		آوردوئین Ordovician
4,600		کمبرین Cambrian

تاریخچه پیدایش و تکامل زمین
زمان آفرینش و پیدایش زمین به حدود ۴۶۰۰ میلیون سال پیش
بازمی گردد . جدول بالا علاوه بر ادوار زمین شناسی ، کلیه رویدادهای
مهم تاریخ زمین را نیز نشان می دهد .

زمین‌شناسی

GEOLOGY

زمین از یک دیدگاه فضائی، مجموعه‌ای است از خشکی‌ها و اقیانوس‌ها که در توده‌ای از ابر (که نشانگر جو آن است) پوشیده شده. در تصاویر فضائی زمین، جزئیاتی مانند رشته کوههای عظیم، دشت‌ها و کویرهای پهناور، رودخانه‌های بزرگ و همچنین مناطقی بنام کلاهک‌های قطبی، بخوبی آشکار است.

امروزه با تکیه بر دانش نوین به ناشناخته‌های بسیاری دست یافته‌ایم و با درنوردیدن گوشه‌های تاریک، با اسرار فراوانی آشنا شده‌ایم و در دانش شناخت زمین آنچنان پیش رفته‌ایم که حتی دانسته‌های قرن گذشته را جز پندارهایی خام و ساده بیش نمی‌دانیم. اندیشه کارشناسان ژئوفیزیک به یاری تکنولوژی نوین تا نزدیک دروازه‌های پیروزی پیش رفته و گشودن آن را در آینده‌ای بس نزدیک نوید می‌دهد.

امروزه از وجود رشته کوههای زیردریائی بخوبی آگاه هستیم و در زمینه دمای درونی و همچنین نیروی دینامیکی زمین به حقایقی پیش بینی شده دست یافته‌ایم و بدون تردید می‌دانیم که:

بستر اقیانوس‌ها که حدود هفتاد درصد سطح کره زمین را اشغال کرده‌اند بوسیله لایه نازکی از سنگهای رسوبی پوشیده شده و در زیر آن قشری از سنگهای آذرین گاملا" متراکم بنام بازالت Basalt یا سیاهسنگ قرار گرفته است. تاریخگذاری رادیومتری نشان می‌دهد که عمر پوسته اقیانوسی زمین از ۲۰۰ میلیون سال کمتر است. خشکی‌های زمین که در مقایسه با پهنه آب‌ها از وسعت کمتری برخوردارند و شکستگی‌های ژرف و چین‌خوردگی‌ها و کوههای عظیمی را جلوه‌گر می‌سازند، بوسیله لایه‌ای بنام پوسته قاره‌ای حمایت می‌گردند، این پوسته که از سنگهای آذرین و دگرگون تشکیل یافته و در مقایسه با پوسته اقیانوسی از تراکم کمتری برخوردار است، همراه با پوسته اقیانوسی کلا" پوسته زمین را تشکیل می‌دهند.

پوسته زمین با بخش زیرین لایه دیگری که گوشه Mantle نام دارد، توأما" قشری را بنام سنگره یا لیتوسفر Lithosphere پدید می‌آورند. سنگره، لایه‌ای است سخت و استوار که سترای آن به ۷۰ تا ۱۰۰ کیلومتر می‌رسد و روی قشر نیمه‌گداخته گوشه فوقانی که به آن سست کره Asthenosphere (یا نرم لایه) گفته می‌شود تقریباً" به حالت شناور قرار گرفته است.

گسترش بستر اقیانوس‌ها

Expansion of the Ocean's Crust

از کف اقیانوس‌ها کوههای زیر دریائی نسبتاً" بلند و طولی سر برافراشته است که رشته کوههای میان اقیانوس اطلس یا میداتلنتیک Mid Atlantic یکی از نمونه‌های کلاملا" مشخص آن بشمار می‌رود.

رشته‌مید اتلنتیک همانند خطی که از شمال به جنوب کشیده شده، اقیانوس اطلس را به دو نیمه تقسیم می‌کند، جزیره ایسلند ظاهراً" در انتهای شمالی آن واقع است و دنباله جنوبی آن از سوی خاور بدرشته کوههای زیر دریائی اقیانوس هند می‌پیوندد. این رشته از نظر آتشفشانی و زمین لرزه بسیار فعال بوده و با تراوش مواد گداخته از دهانه‌های خروجی خویش که در امتداد خط الراس‌های آن قرار دارند، همواره گدازه‌های سیاهسنگی به پوسته اقیانوسی می‌افزاید. پوسته جدید طی فرایندی که گسترش بستر اقیانوس‌ها نام دارد به دو سوی خط الراس رشته کوه‌ها روان می‌شود و بدینسان سالانه میان ۱ تا ۱۰ سانتیمتر به پهنای پوسته اقیانوسی افزوده می‌گردد. از آنجائی که مساحت پوسته زمین قاعدتاً" ثابت می‌باشد، از این رو بایستی پوسته‌های قدیم در محل دیگری رو به زوال رود تا تعادل لازم برای پایداری مساحت پوسته زمین برقرار گردد. در حاشیه اقیانوس‌های عمده زمین به ویژه اقیانوس آرام، پوسته‌های قدیمی به زیر پوسته قاره‌ای می‌لغزند و به درون گوشه زمین فرو می‌روند. در اصطلاح زمین شناسی سطوح لغزان سنگره یا لیتوسفر Lithosphere را صفحه‌های تکتونیک Tectonic Plates می‌نامند، سطح زمین کلا" از پانزده صفحه تکتونیک تشکیل یافته است.

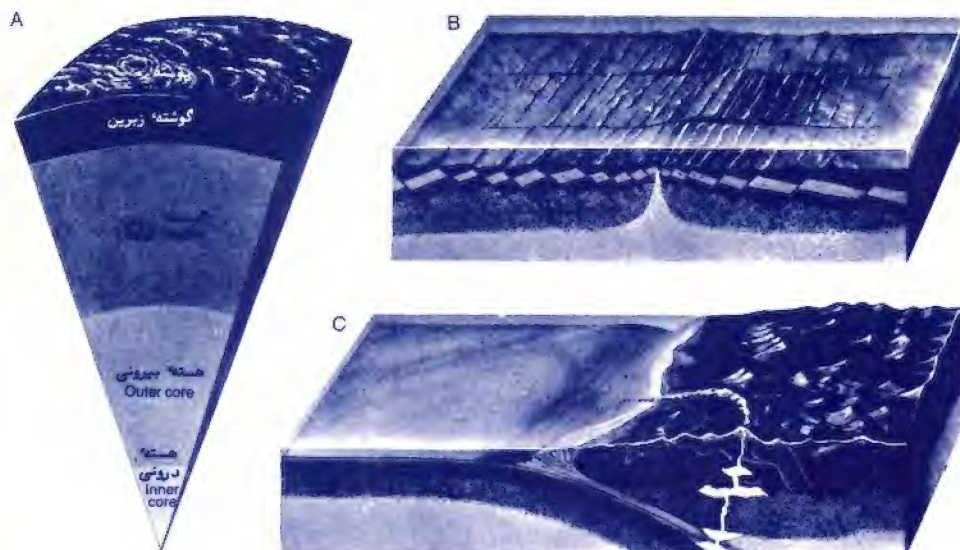
قسمتی از درز صفحات تکتونیک که دو صفحه مجاور بهم برخورد کرده و یکی به زیر دیگری فرو می‌رود، محل فرولغزی نام دارد. طی این برخورد معمولاً" لبه صفحه متحرک و نازک‌تر، درهم پیچیده و خرد می‌شود و تغییر شکل می‌یابد. و گاه تا ژرفای ۱۰۰ الی ۳۰۰ کیلومتر به زیر فرو می‌لغزد و در مجاورت مواد گداخته ذوب می‌گردد. از آنجائی که مواد صفحات فرو رفته در مقایسه با مواد گوشه زمین از تراکم کمتری برخوردارند، لذا پوسته گداخته شده طبیعتاً" رو به بالا صعود می‌کند و از شکاف‌های بستر اقیانوس بصورت تفتال به خارج می‌تراود. گدازه‌های مزبور با مواد رسوبی صفحه فرو رفته درهم می‌آمیزند و رشته‌جزایری را در لبه صفحه غالب که روی صفحه مغلوب و فرو رفته قرار گرفته است، پدید می‌آورند، به همین مناسبت لبه قاره‌هایی که از صفحات غالب تشکیل یافته‌اند، غالباً" از چینکوه Fold Mountain های مرتفعی مانند رشته کوه‌های آندز واقع در حاشیه پاختری آمریکای جنوبی تشکیل یافته است.

بر اثر برخورد و اصطکاک حاصل از حرکت صفحه‌های تکتونیک، پدیده‌ای بنام زمین لرزه تولید می‌گردد، به همین جهت وقوع زمین لرزه در امتداد رشته‌های گسترده بستر اقیانوس‌ها و به ویژه محل فرولغزی صفحات، امری کلاملا" طبیعی و عادی است.

تکتونیک صفحه‌ای

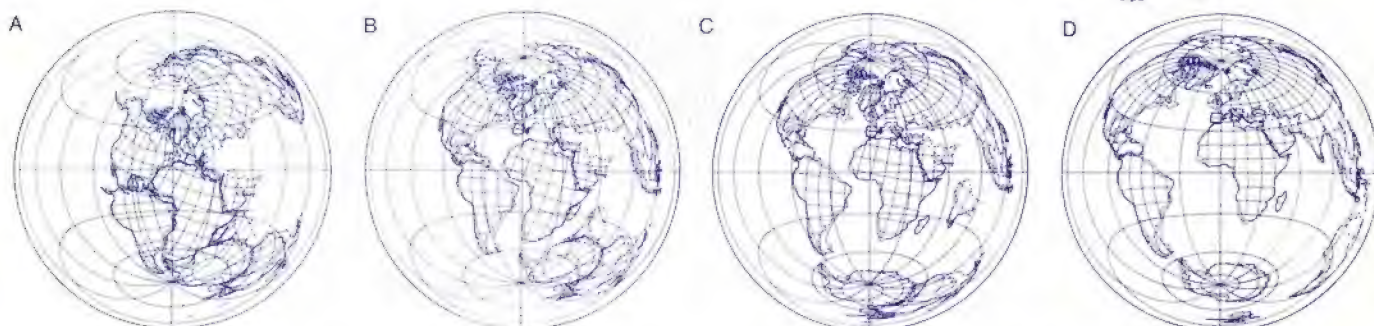
Plate Tectonic

آن قسمت از دانش زمین شناسی که درباره حرکت صفحه‌های سنگره یا لیتوسفر و پیدایش چینکوه‌های زمین گفتگو می‌کند تکتونیک صفحه‌ای نام دارد. به موجب علم تکتونیک صفحه‌ای که در ۵۰ سال اخیر جای بس والائی برای خویش باز کرده است، چینکوه‌های زمین در نتیجه فعالیت صفحات متحرک و در محل‌هایی که رسوبات بشدت انباشته گردیده (دریاچه‌ای‌جاها ضخامت رسوبات به ۲۰ کیلومتر می‌رسد) و نیز سنگهای آذرینی که طی صدها میلیون سال روی هم توده شده‌اند، پدید می‌آیند. انبوهش، دفن رسوبات، آماسش یا تورم و تغییر شکل یافتن و بالاخره فرسایش را در اصطلاح تکتونیک



ساختمان زمین - زمین از سه لایه متمایز و عمده تشکیل یافته است. پوسته، گوشته و هسته یا توده مرکزی (A) پوسته زمین را می‌توان به دو قشر قاره‌ای و اقیانوسی تقسیم نمود. پوسته قاره‌ای عمدتاً از سنگ خارا یا گرانیت تشکیل یافته و سرشار از سیلیکون و آلومینیوم است و سیال SIAL نام دارد. پوسته اقیانوسی بیشتر از سیاهسنگ یا بازالت سرشار از سیلیکون و منیزیم درست شده و به آن سیمای SIMA می‌گویند. گوشته زمین ترکیبی است از منیزیم و سیلیکات‌های آهن و بالاخره هسته یا توده مرکزی زمین هم از نیکل و اکسیدهای آهن مذاب تشکیل یافته است. پوسته جدید اقیانوسی در خط الرأس رشته کوه‌های زیر دریایی تولید می‌گردد (B) و پوسته قدیم در فروغزشگاهها (C) به اعماق زمین بازمی‌گردد.

رانه قاره‌ای
قاره‌های امروزی زمین بر اثر پاره شدن و تجزیه ابر قاره‌ای بنام پانژه‌آ پدید آمده و به ترتیب زیر تکامل یافته‌اند:
A - ۲۲۰ میلیون سال پیش (اوایل تریاسیک).
B - ۱۰۰ میلیون سال پیش (اواسط کرتاسه).
C - ۶۰ میلیون سال پیش (سنوزوئیک).
D - امروز.



شمالی که امروزه آنقدر از هم به دور افتاده‌اند، روزگاری در کنار هم بوده و پاره واحدی را تشکیل می‌دادند.

هرچند مسئله حرکت قاره‌ها که اصطلاحاً "رانه قاره‌ای" *Continental Drift* نامیده می‌شود موضوع چندان جدیدی نیست و دهها سال پیش مطرح بوده و مورد بررسی و اظهار نظر قرار داشته است، ولی اثبات آن مدیون تکنولوژی نوین است و طی سال‌های اخیر از سوی دانشمندان ژئوفیزیک تأیید گردیده است.

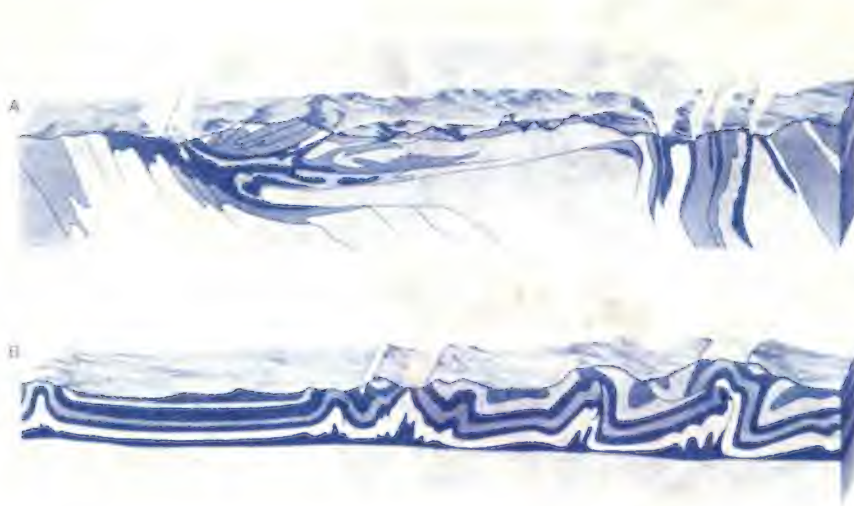
بالاخره اینکه، سنگهای پوسته زمین همواره تحت تأثیر عوامل شیمیایی و مکانیکی تغییر شکل یافته و از تأثیر عوامل مکانیکی مانند آب، باد، یخبندان، برف و غیره، خرده سنگهایی بنام آوار *Debris* پدید آمده است، آوارها به‌سان چراغی ما را به گوشه‌های تاریک گذشته زمین راهنمایی می‌کنند و از سرگذشت جغرافیایی و اقلیمی زمین ما را آگاه می‌سازند.

بقایای گیاهان و جانورانی که بصورت سنگواره باقی مانده‌اند نیز ما را در بررسی گذشته‌ها یاری می‌دهند و تا اعماق سرگذشت حیات ما را رهبری می‌کنند.

صفحاتی، رویه‌مرفته‌ای سیکل کوهزائی *Orogenic Cycle* می‌نامند. رشته کوه‌های آلپ و هیمالیا که محصولی از همین اعمال می‌باشند، طی ۱۲۰ میلیون سال بشدت دگرگون شده و در مدتی معادل ۲۵ میلیون سال به سرعت متورم گردیده و به‌صورت کوه سر برافراشته‌اند.

مطالعاتی که به کمک شیوه‌های تاریخگذاری ایزوتوبی یا رادیومتری *Radiometric Dating* در زمینه چگونگی پیدایش و فرگشت *Evolution* قاره‌ها بعمل آمده، نشان می‌دهد که قاره‌های امروزی زمین در روزگار آغازین بهم پیوسته بوده و ابرقاره *Super Continent* عظیمی را بنام پانژه‌آ *Pangaea* تشکیل می‌دادند. ابرقاره مزبور طی روزگاران بعد به مرور تجزیه گردیده و به پاره‌های کوچکتری که نیاکان قاره‌های امروزی جهانند، تقسیم شده است.

نیاکان قاره‌های امروزی زمین طی میلیون‌ها سال دست‌خوش عملیات کوهزائی گردیده و سرانجام به رشد و تکامل کنونی دست یافته‌اند، چگونگی تحولات و جابجائی قاره‌های امروزی طی ۲۰۰ میلیون سال اخیر به درستی شناسائی شده و بخوبی روشن گردیده است که، پاره‌های خشکی‌ها مانند آفریقای شمالی و اروپای جنوبی که امروزه این‌چنین به هم نزدیکند، روزگاری از یکدیگر بسیار دور بوده و در مقابل مناطقی چون جزیره بریتانیا و آمریکای



شکل‌گیری سطح زمین مناطق قاره‌ای از سیرهای استواری که به وسیله کمریندهای متحرک از هم جدا شده‌اند، پدید آمده است. از نزدیک شدن سیرهای مزبور و درهم فشردگی آنها، چینکوه‌های زمین پدید می‌آیند. مواد گداخته به لایه‌ای چینه‌ها نفوذ می‌کند و آنها را به تاب و امی دارد. فشار لایه‌های فوقانی نیز به تابیدگی چینه‌ها کمک می‌کند. چینه‌هایی که قابلیت انعطاف ندارند، در برابر فشارهای وارده به زانو درآمده و درهم می‌شکنند و عارضه‌ای را بنام گسل ایجاد می‌کنند.

جو زمین

ATMOSPHERE

نمی‌گردند، بلکه ضریب بازتاب *Albedo* زمین که برحسب موقعیت‌ها و پدیده‌ها و عوارض گوناگون متفاوت است، در انعکاس تشعشعات مزبور نقش مهمی ایفا می‌کند. بطور مثال، ضریب بازتاب برف‌های تازه ۸۰ درصد، مناطق کویری ۳۵ درصد، روئیدنی‌ها و جنگل‌ها ۲۰ درصد، مناطقی چون خاک‌های تیره و سیاه ۱۰ درصد و اقیانوس‌ها حدود ۶ درصد می‌باشد. ضریب بازتاب ابرها برحسب ضخامت و نوع ابر فرق می‌کند و بین ۱۰ تا ۸۰ درصد در تغییر است، به همین جهت میانگین ضریب بازتاب زمین برحسب فصل‌های سال، میزان ریزش برف و نوع ابرها متفاوت بوده و در عرض‌های مختلف جغرافیائی نیز فرق می‌کند.

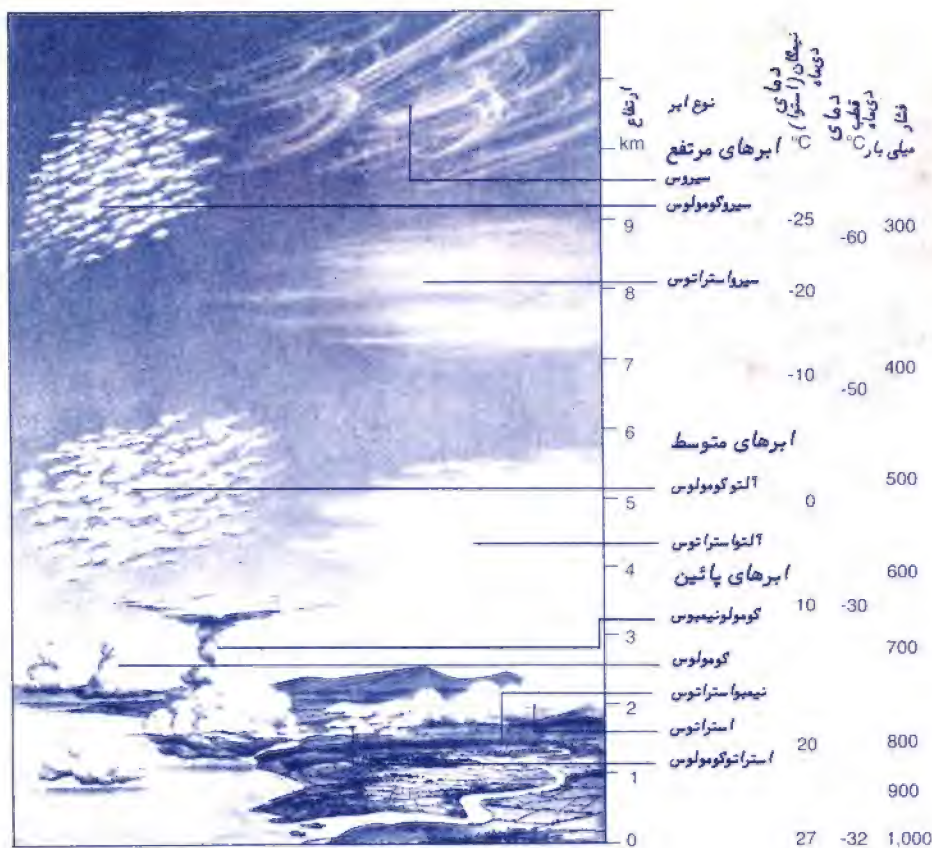
ابرها که همواره حدود ۵ درصد آسمان زمین را پوشانیده‌اند، در برقراری تعادل میان تشعشعات خورشیدی و دمای سطحی از نقش بس‌ارزنده‌ای برخوردارند و همانند پرده‌ای جلوی تشعشعات طول موج بلند را می‌گیرند و از سوی دیگر از فرار دمای سطحی به فضای خارج نیز جلوگیری می‌کنند. اندازه‌گیری‌های انجام شده از دیدگاه‌های فضائی، نشان می‌دهد که دمای مؤثر زمین در جو فوقانی ۲۵۳ درجه کلوین است و حال آن‌که میانگین دمای سطحی به ۲۸۹ درجه کلوین می‌رسد. بدیهی است این اختلاف ناشی از میزان تشعشعاتی است که از طریق جو زمین به فضا گسیل گردیده است. گازهایی چون بخار آب، دی اکسید کربن و اوزون، همگی در انتقال دمای سطحی و همچنین تشعشعات فرابنفش خورشیدی نقش مؤثری دارند. بطوری که قبلاً گفته شد، دیدیم که دی اکسید کربن در جو ناهید چه سان اثر گذارده و چگونه خاصیت گرمخانه‌ای را بر جو سیاره مزبور حاکم ساخته است. به همین مناسبت سرنوشت حیات زمینی در گرو ثبات و حفظ شرایط کنونی گازهای مزبور بوده و هرگونه بی‌توجهی، زندگی آیندگان را به مخاطره خواهد افکند.

ازت یا نیتروژن که مقدار قابل ملاحظه‌ای از جو زمین را به خود اختصاص داده است، به میزان هشتاد درصد حجم جو مبین خاکی ما را اشغال نموده و با اکسیژن که قسمت عمده باقیمانده را فرا گرفته است، توأماً جو زمین را تشکیل می‌دهند. در کنار دو گاز عمده، بالا، قدری بخار آب، اندکی دی اکسید کربن و اوزون نیز در جو زمین موجود است که همگی از نقشی حیاتی برخوردارند، زیرا گازهای مزبور پرتوهای فرابنفش را جذب می‌کنند و در میزان دمای جو اثر می‌گذارند. افزوده بر گازهای بالا، گازهای دیگری چون آرگون *Argon*، کریپتون *Krypton*، نئون *Neon* و زنون *Xenon* نیز در جو زمین یافت می‌گردد که از اهمیت چندانی برخوردار نیستند. غیر از ارتفاعات زیاد که پاره‌ای تغییرات جوی را باعث می‌گردد، برخی شرایط نیز در میزان و کمیت گازها مؤثرند. مثلاً میزان بخار آب بر حسب موقعیت‌های محلی و دما و یا دوری و نزدیکی به منابع آب، فرق می‌کند و دما نیز در کمیت و مقدار بخار آب نقش بسیار مهمی دارد. در اهمیت نقش دما همین بس که اگر به میانگین دمای زمین فقط چند درجه افزوده شود، آب اقیانوس‌ها تبخیر می‌شود و اثرات وحشتناکی در ترکیبات جوی بجای می‌گذارد و زمین زنده و شاداب را به ناهید دوم مبدل می‌سازد.

میزان تشعشعات

Radiation Budget

جو زمین تقریباً کلیه انرژی خویش را مستقیماً از خورشید دریافت می‌دارد. اما باید توجه داشت که کلیه تشعشعات خورشیدی جذب زمین



جو زمین از لایه‌های متعددی تشکیل یافته و لایه زیرین آن گشتکره یا تروپوسفر نام دارد. این لایه به تنهایی ۸۰ درصد جرم سراسر جو زمین را به خود اختصاص داده و دمای آن با ارتفاع آن نسبت عکس دارد ولی بر میزان سرعت باد یا فزونی ارتفاع افزوده می‌شود. مقدار بخار آب در زیرترین بخش این لایه به حداکثر می‌رسد و جریان‌های فرارفت از ویژگی‌های آن است.

صخامت گشتکره بر حسب عرض جغرافیایی و همچنین فصل‌های مختلف سال فرق می‌کند و به طور متوسط حدود ۸ کیلومتر بر فراز نواحی قطبی، بین ۱۶ تا ۱۹ کیلومتر در نواحی نیمگانی (استوایی) است. حرکات جوی باعث صعود یا نزول هوا گردیده و در شکل و فرم و پراکندگی ابرها اثر می‌گذارد. ابرها کلاً از نظر ارتفاع به سه گروه تقسیم می‌گردند و از نظر شکل نیز طبقه‌بندی می‌شوند. ابرهای لایه‌ای در پی فراروی آرام هوا و ابرهای توده‌ای از صعود سریع هوا حاصل می‌گردند.

Composition of the Atmosphere

درصد حجم	۷۶/۵۸۴
درصد حجم	۲۰/۹۴۶
درصد حجم	۰/۹۳۴
درصد حجم	۰/۰۳۱
درصد حجم	$1/۸۲ \times 10^{-۳}$
درصد حجم	$۵/۲۴ \times 10^{-۴}$
درصد حجم	$1/۵ \times 10^{-۴}$
درصد حجم	$1/۱۴ \times 10^{-۴}$
درصد حجم	۵×10^{-۵}
درصد حجم	۳×10^{-۵}
درصد حجم	$۱۰^{-۵}$
درصد حجم	$۸/۷ \times 10^{-۵}$
درصد حجم	سی از $۱۰^{-۵}$
درصد حجم	حدود ۱

ترکیبات جو زمین

ارت یا سیتروزن	N_2
اکسژن	O_2
آرگون	A
دی اکسید کربن	CO_2
نئون	Ne
هلیوم	He
متان	CH_4
کریپتون	Kr
نیتروژن	H_2
اکسید ارت	N_2O
مونواکسید کربن	CO
زئون	Xe
اوزون	O_3
بخار آب (سطور متوسط)	

آب و هوای زمین

CLIMATE

میزان تشعشعاتی که زمین از خورشید دریافت می‌دارد با فصل‌های مختلف سال، عرض جغرافیایی و وضع هندسی مدار گردش زمین به دور خورشید در ارتباط است و هرگونه تغییری که در شدت و ضعف این تشعشعات روی دهد، به دگرگونی‌هایی در دما و فشار جو زمین منتهی می‌گردد و بالنتیجه روی آب و هوای میهن خاکی ما اثر می‌گذارد.

باد که بر اثر اختلاف فشار تولید می‌گردد و هوای سرد و گرم و همچنین بخار آب را از جایی به جای دیگر پراکنده می‌سازد، از وضع توپوگرافی زمین بشدت متأثر است و پراکندگی قاره‌ها در شرایط اقلیمی نقش آفرینند و کوهها موجبات تکاثف و باروری بخار آب را فراهم می‌سازند و اقیانوس‌ها، شرایط اقلیمی را بشدت تحت تأثیر قرار می‌دهند و همانند خازنی دمای سطح زمین را در خویش ذخیره می‌کنند و به آرامی آن را به هوای پیرامون خود منتقل می‌سازند.

Climatic Changes

تغییرات اقلیمی

از دگرگونی‌های بزرگ اقلیمی زمین در گذشته‌های دور آگاهی داریم و می‌دانیم که آخرین عصر یخبندان حدود ده هزار سال پیش به پایان رسیده است. مدارک و نشانه‌های موجود گویای آن است که در بین ۷۰۰۰ تا ۵۰۰۰



زمین از فضا

عکس‌های تهیه‌شده از ماهواره‌های هواشناسی ما را از حرکت، موقعیت و شدت سیستم‌های فشاری، انتشار دما و رطوبت، وضعیت ابرها و ریزش برف و باران و مانند آن آگاه می‌سازند. عکس‌های گرفته‌شده با سونار برقی (A) مناطق و پدیده‌هایی را که در چند بازتابشان بالاست به روشنی نمایان می‌سازند و همچنین مناطقی را چون اقیانوس‌ها که قابلیت جذبشان زیاد است بخوبی نمایش می‌دهند و علاوه بر آن جریان‌های جت استریم را نیز آشکار می‌سازند. تصاویری که با پرتو فرسرخ گرفته شده (B)، دشت‌های گرم و سوزان را نشان می‌دهد و همچنین ابرهای سردی را که در ارتفاعات بالای جو قرار دارند، مشخص می‌سازد.

بعمل آمده، میزان دی اکسید کربن در سال ۲۰۰۰ میلادی به مرز دوبرابر طبیعی آن خواهد رسید. طبیعی است چنین وضعی به بالا رفتن دما به میزان دو کلوین منجر می‌گردد که خود برای پیدایش اثر گرمخانه مقدمه مناسبی است. نتایج مرگبار و دوزخ‌زای اثرگرمخانه را در سیاره‌ناهیید دیدیم و با شرایط اقلیمی آن آشنا شدیم. سرنوشت این سیاره درس عبرتی برای ما زمینیان است.

علاوه بر فعالیت‌های انسانی که ممکن است درمقدار اوزون جو زمین اثر گذارد، پاره‌ای سوانح طبیعی نیز ممکن است به نابودی و یا خنثی شدن لایه اوزون زمین منتهی گردد. مثلاً "با فرا رسیدن زمان واژگونی قطبهای مغناطیس، مغناطکره زمین موقتاً نابود می‌گردد و پرتوهای کیهانی بدون برخورد به هیچ سپر و مانعی به جو زمین وارد شده و لایه اوزون را تباہ می‌سازند. چنین وضعیتی در زمان شدت یافتن فعالیت‌های خورشیدی و پیدایش شدن مشعل Flare های بزرگ نیز محتمل است. بسیاری از انواع موجودات زنده در دوران کرتاسه که همزمان با واژگونی قطبهای مغناطیس زمین است نابود گردیده‌اند، هرچند که پاره‌ای از دانشمندان نابودی دایناسورها را ناشی از یک حادثه طبیعی می‌دانند و معتقدند که شرایط جوی در پی برخورد سیارک بزرگی با زمین بشدت دگرگون شده و با نابودی سپر محافظ زمین دایناسورها به هلاکت رسیده‌اند.

تغییرات ثابت خورشیدی نیز اثر ژرفی در اقلیم زمین به جای می‌گذارد. برابر محاسبات انجام شده، یک درصد تغییر بازده خورشید، یک کلوین تغییر دمای زمینی را موجب می‌گردد.

بین فوریه ۱۹۸۰ و اوت ۱۹۸۱ نشانه‌هایی از ۰/۱ درصد کاهش در بازده خورشید دیده شد که آثار آن را احتمالاً "بایستی تاکنون در اقلیم زمین مشاهده کرده باشیم.

برابر شواهد موجود، عصر یخبندان کوچک با پیدایش کلفهای چندی در چهره خورشید همزمان بوده. شاید وجود همین کلفها روزهای سردی

سال پیش یخبندان دیگری بر زمین حاکم بوده و علاوه بر آن میهن خاکی ما روزهای سردی را که به عصر آهن یعنی ۲۹۰۰ تا ۲۳۰۰ سال پیش مربوط است پشت سرگذاشته و در اوایل قرون وسطی یعنی حدود ۱۰۰۰ تا ۸۰۰ سال پیش دوره گرمی جانشین آن گردیده است.

عصر یخبندان کوچک نیز که بین ۵۰۰ و ۱۲۵ سال پیش وجود داشته و اواخر قرن هفدهم را در سرمای شدیدی فرو برده است، بجای خویش قابل ذکر است و روزهای گرم اوایل قرن حاضر هم پایان ادوار اقلیمی زمین تا زمان نسل کنونی را اعلام می‌دارد.

از جمله عواملی را که در شرایط اقلیمی زمین نقش آفرینند مختصراً "می‌توان به ترتیب زیر برشمرد:

مدار گردش زمین طی مدتی حدود ۹۰ هزار تا ۱۰۰ هزار سال، به آرامی از یک دایره تقریبی به یک بیضی گرایش می‌یابد و دوباره به وضع نخست بازمی‌گردد. طول نجومی نقطه پری هلیون که نزدیک‌ترین موقعیت زمین به خورشید است، در مدتی بالغ بر ۲۱ هزار سال تغییر می‌یابد و علاوه بر آن زمین از سوی قطب جنوب به خورشید نزدیک‌تری شود و از طرف قطب شمال از آن دور می‌گردد و این وضعیت پس از مدتی برابر ده هزار سال برعکس می‌شود. همچنین تمایل محور زمین نسبت به سطح مدار گردش آن طی مدت ۴۰ هزار سال به مرور تغییر می‌یابد و فصل‌های تابستان و زمستان زمین را تا حدی دگرگون می‌سازد.

افزون بر عوامل بالا، هرگونه تغییری در ترکیبات جو زمین نیز در شرایط اقلیمی مؤثر است. متأسفانه میزان دی اکسید کربن جو زمین به دلیل استفاده از سوخت‌های هیدروکربن و قطع درختان و پاکسازی مناطق جنگلی روزبه‌روز رو به فزونی می‌رود. می‌دانیم که دی اکسید کربن CO₂ بوسیله گیاهان جذب می‌گردد، در مقابل، فعالیت‌های بدنی جانوران و به ویژه انسانها بر آن می‌افزاید، همچنین فوران‌های آتشفشانی نیز میزان دی اکسید کربن جو زمین را فزونی می‌بخشد، برابر محاسباتی که بوسیله دانشمندان

مزبور را دگرگون ساخته و آن قسمت از مناطکره زمین را که رو به خورشید واقع است به شعاع ۸ تا ۱۰ برابر شعاع زمین فشرده کرده و به عقب رانده است و جهت مقابل آن را به شکل دنباله طولی در فضا پراکنده است. آزمایش هائی که اخیراً بعمل آمده نشان می دهد که دنباله مناطکره حتی تا ۱۰۰۰ برابر شعاع زمین در فضا کشیده شده.

آن قسمت از جبهه مناطکره زمین که با بادهای خورشیدی درگیر می شود و تحت تأثیر ضربات باد مزبور محدب می گردد، مناط خم *Bow Shock* نام دارد. سرعت باد خورشیدی پس از برخورد با مناطکره بطور ناگهانی از حدود ۴۰۰ کیلومتر در ثانیه به ۲۵۰ کیلومتر در ثانیه کاهش می یابد و انرژی از دست رفته به ۵ تا ۱۰ برابر حالت عادی یعنی حدود چند میلیون کلون فزونی می یابد. حد فاصل میان مناط خم *Bow Shock* و مناطمرز *Magnetopause* ناحیمای است بنام مناطپوش *Magnetosheath* که آشفتگی و بی نظمی خطوط میدان از ویژگی های آن است.

توفانهای مناطپسی

تغییرات باد خورشیدی دگرگونی هائی را در مناطکره موجب می شود و در میدان مناطپس زمین اثر می گذارد و پدیده ای را بنام توفان مناطپسی *Magnetic Storm* ایجاد می کند. موج ضربت ذرات خورشیدی که از زمان پیدایش مشعلها *Flares* تا رسیدن به سطح زمین حدود دو روز در راه هستند، ابرهای پلاسمای مناطکره را متراکم می کند و نیروی میدان مناطپس زمین را یکباره فزونی می بخشد. این عملیات که مدت آن از چند دقیقه تجاوز نمی کند، آغاز ناگهانی توفان *Sudden Storm* نامیده می شود، بدنبال آن نمود آغازین *Commencement* نامیده می شود، ۳۰ دقیقه تا چند ساعت به درازا می کشد. طی مرحله بعدی که نمود اصلی *Main Phase* نام دارد، انرژی مناطپسی آزاد می گردد و با پدید آوردن جریان هائی در مناطکره، موجبات افت توان مناطپسی زمین را به مدت چند ساعت تا یک روز فراهم می آورد و پس از آن طی چند روز دوباره به حال عادی باز می گردد. این قبیل توفانهای مناطپسی معمولاً هر ۲۷ روز یک بار تکرار می گردد.

کمربندهای وان آلن

در مناطکره زمین، منطقه در واقع منوعه ای وجود دارد که ذرات بسیار پر انرژی و باردار کیهانی در آن به دام می افتند. این منطقه که در سال ۱۹۵۸ به کمک سفینه های اکسپلورر ۱ و ۳ *Explorer* شناخته شده، به افتخار کاشف آن، دکتر جیمز وان آلن *James Van Allen*، کمربندهای وان آلن نامیده می شود. کمربندهای وان آلن که ذرات باردار را منعکس می سازند، از دو لایه جدا از هم تشکیل یافته اند، لایه درونی که نواری است به شعاع حدود ۱/۵ برابر شعاع زمینی و لایه بیرونی به شعاع حدود ۵ برابر شعاع زمین می باشند، همانند کمربندهائی پیرامون سیاره ما را دربر گرفته اند. مواد کمر بند درونی در مقایسه با مواد کمر بند بیرونی از پروتون ها و الکترون های پر انرژی متراکم تری تشکیل یافته است.



مناطق اقلیمی زمین
کره زمین را بر پایه شرایط اقلیمی تقسیم بندی می کنند. ولادیمیر کوپن *Vladimir Koppen* شیوه ای را بر همین مبنا ارائه نموده که اساس بسیاری از تقسیم بندی ها بشمار می آید. برابر این شیوه کره زمین را از نظر دما و ریزش و روئیدنی ها به پنج منطقه تقسیم می کنند.
۱- مدارگانی و استوایی بارانی ۲- خشک ۳- معتدل ۴- سرد و مرطوب ۵- قطبی.

را بر زمین تحمیل کرده باشد. از سوی دیگر فوران های آتشفشانی مقدار زیادی غبار و خاکستر به جو زمین روان می سازد، این خردیزه ها همانند بردهای جلوی نور خورشید را می گیرند و کاهش دمای زمین را موجب می گردند. از سوی دیگر گسترش و پهنای کویرها و دشت ها، تغییراتی را در نسبت بازتاب زمین موجب می شود که آن نیز به نوبه خود در اقلیم زمین مؤثر است و از میزان ریزش می کاهد.

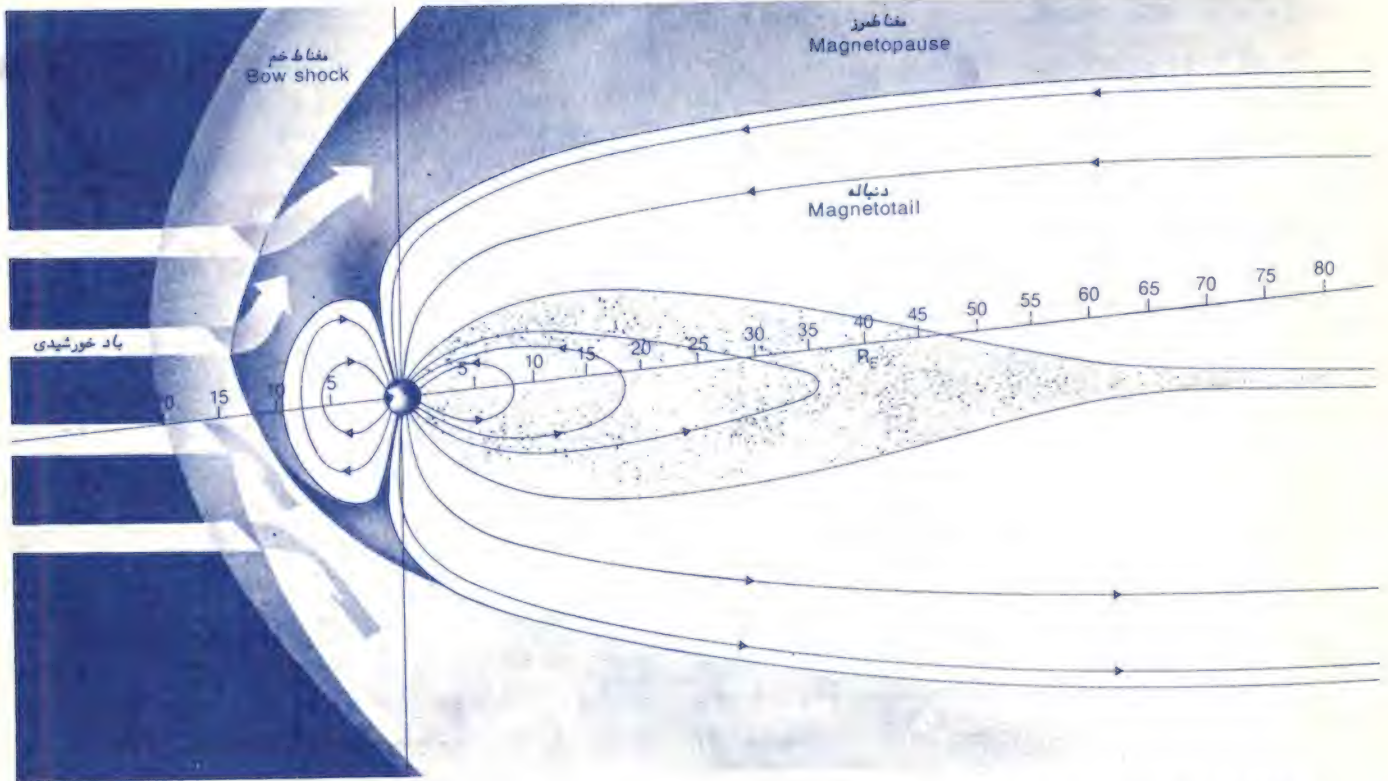
صرف نظر از رویدادهای طبیعی که کنترل آن از توان آدمی خارج است، انسان خود حادثه آفرین است و فعالیت های آلاینده وی در شرایط محیط اثر می گذارد و اقلیم ناخوشایندی را به مرور بر زمین حاکم می سازد و پی آمدهای مرگبار آن را برای نسل های آینده باقی می گذارد.

خورشید و زمین

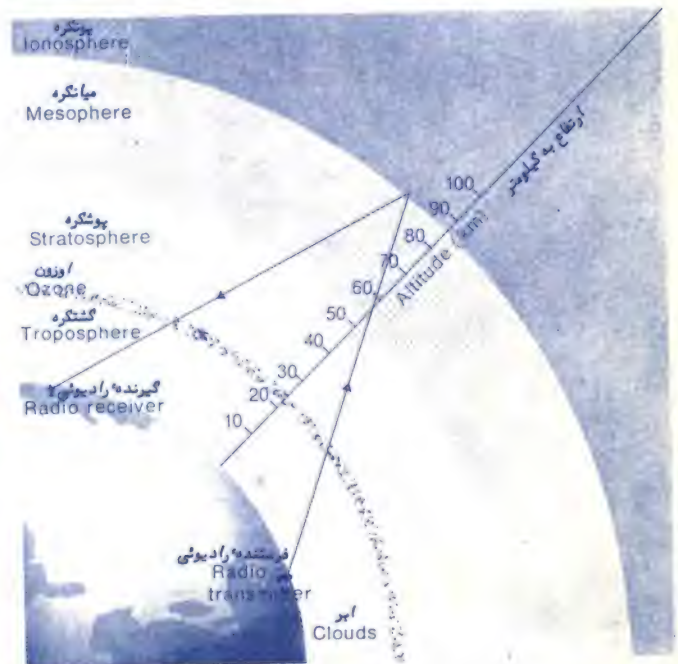
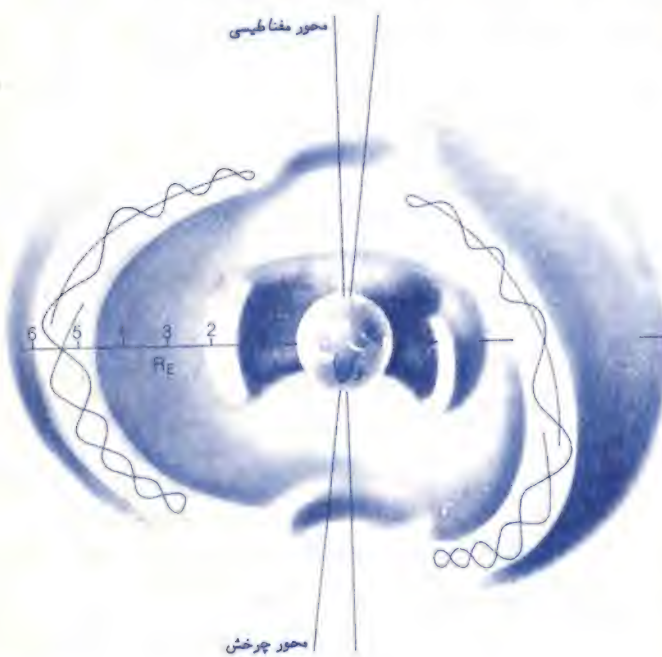
SOLAR INTERACTION WITH THE EARTH

علاوه بر تأثیری که خورشید بر جو و شرایط اقلیمی زمین باقی می گذارد، میدان مناطپس زمین نیز از فعالیت ها و اثرات این ستاره فروزان در امان نیست. می دانیم که زمین همانند یک آهن ربای دوقطبی که موقعیت قطبهای آن متناسب با زمان پیوسته در جابجائی است، عمل می کند.

آن قسمت از فضا را که از میدان مناطپس زمین متاثر است، مناطکره *Magnetosphere* می نامند. در صورتی که عاملی بنام باد خورشیدی *Solar Wind* وجود نمی داشت، دامنه مناطکره زمین تا مسافتی معادل صد برابر شعاع زمین در فضا گسترش می یافت و کره عظیمی را به شعاع تقریبی ۱،۲۰۰،۰۰۰ کیلومتر در فضا ایجاد می نمود، ولی بادهای خورشیدی کره



مغناطسکره زمین - بخش رو به خورشید مغناطسکره زمین در برخورد با ذرات پراثری باد خورشیدی پس رانده و فشرده می‌گردد و همانند سیری در برابر فشار ذرات مزبور می‌ایستد. برعکس بخش پشت به خورشید آن بصورت دنباله درازی در فضا کشیده می‌شود.

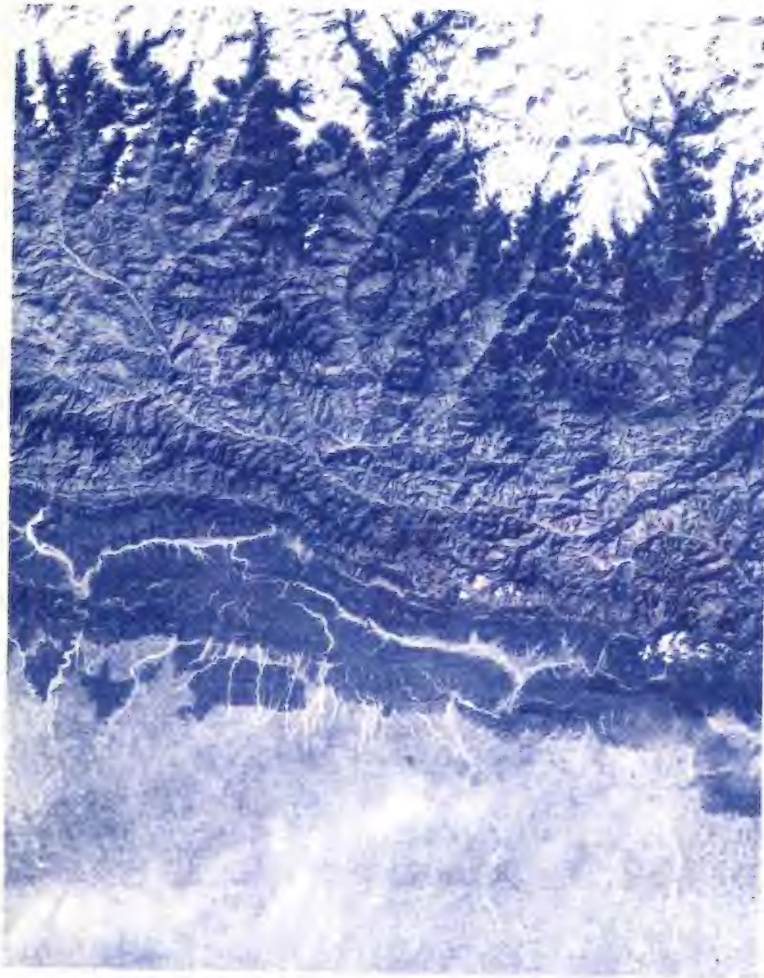


لایه‌های یونوسفر و اوزون - پرتوهای X و فرابنفش خورشیدی اتم‌های لایه فوقانی جو زمین را یونیزه کرده و پوسته‌ای را بنام یونوسفر پدید می‌آورند. این لایه پاره‌ای علائم رادیویی موج بلند را منعکس می‌سازد.

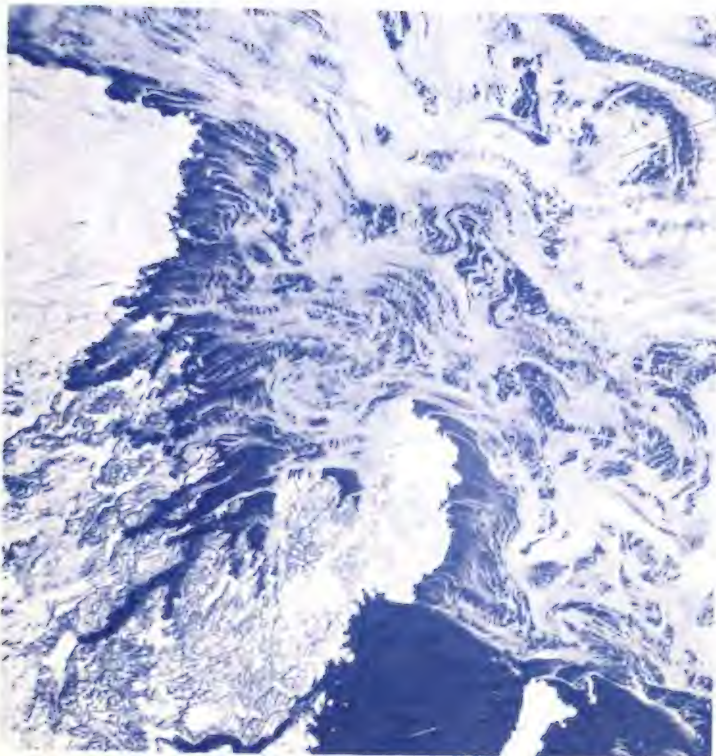
در ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ کیلومتری سطح زمین لایه دیگری بنام اوزون وجود دارد که پرتوهای فرابنفش خورشیدی را جذب می‌کند و از نظر حفظ حیات انسان و دیگر موجودات زمینی از اهمیت فراوانی برخوردار است.

کمریندهای وان آلن - پیرامون کره زمین را دو ناحیه تشعشعی جدا از هم بنام کمریندهای وان آلن فرا گرفته است. این کمریندها ذرات یاردار کیهانی را به دام انداخته و از نفوذ آنها بسوی زمین جلوگیری می‌کنند.

کوهستان هیمالیا - ماهواره لندست ، ۱۴ دسامبر ۱۹۷۲. در محل برخورد صفحه‌های حامل آسیا و شبه قاره هند ، توده‌های عظیمی از سنگ و خاک متورم گردیده و کوهستان عظیم هیمالیا که پاره‌ای کوه‌های آن بیش از ۸،۵۵۵ متر ارتفاع دارند ، پدید آمده است . کوه اورست به ارتفاع ۸،۸۴۸ متر در گوشه بالا و سمت راست عکس دیده می‌شود .



نیوفوندلند - ماهواره لندست ، ۱۳ فوریه ۱۹۷۴. یخ‌های شناور ، جریان‌های باد ، توده‌های ابر نوع کومولوس و توده‌های یخ و برفی که بخشی از نیوفوندلند را پوشانیده‌اند ، در این عکس دیده می‌شود .



القمر

THE MOON



۲/۳۷ کیلومتر در ثانیه است، بدیهی است سرعت گریزی این چنین ناچیز برای حفظ جو در پیرامون آن کافی نخواهد بود.

بررسی‌هایی که بوسیله مهندرها و سفینه‌های آپولو بعمل آمده‌گوای جو بسیار رقیقی است که تراکم آن 10^{-14} بار کمتر از تراکم جو زمین است، جو ماه که شامل اندکی نئیدرژن، هلیوم، نئون و آرگون می‌باشد بدان اندازه‌ای دقیق است که مولکول‌های سازنده آن هیچگاه به هم برخورد نمی‌کنند.

سطح کره ماه برخلاف سطح زمین که بسبب تحت تأثیر عوامل جوی و اقلیمی است، از این‌گونه اثرات کاملاً به دور است و ظاهراً می‌توان پذیرفت که سطح آن از روزگار آغازین که قاعدتاً با پیدایش زمین همزمان است، تا به امروز همچنان دست نخورده باقی مانده باشد.

اما عوامل دیگری سواى عوامل زمینی در ماه موجود است که نقش عمده‌ای را در چهره‌پردازی کره مزبور بر عهده دارند. بمباران شدید شهابستگ‌هایی که اندازه آنها از تخته سنگ تا ذرات غبار متفاوت است، آثار آبله‌گونی بنام گودهای شهابی در چهره آن به جای گذارده‌اند. از سوی دیگر سطح ماه بوسیله بادهای خورشیدی نیز زیر بمباران قرار دارد. اما از آنجائی که کره ماه غالباً در دامان فضاگره زمین جای دارد، لذا ذرات بادهای خورشیدی را تا اندازه‌ای درون خویش به دام انداخته و از شدت بمباران آن تا حدی گاسته است.

Physical Data

کیلومتر	۳۰۴۷۶	قطر استوائی
	۰/۰۰۲	پختی یا مشردگی قطبین
کیلوگرم	$7/3483 \times 10^{22}$	جرم
	۰/۰۲	حجم در مقایسه با حجم زمین برابر ۱
	۳/۳۴	تراکم در مقایسه با تراکم آب برابر ۱
	۰/۱۶۵	نقل سطحی در مقایسه با زمین برابر ۱
کیلومتر در ثانیه	۲/۳۷	سرعت گریز
	$1/53^\circ$	تمایل محور سبست به سطح مدار آن
	۰/۰۷	در چند بار ناب

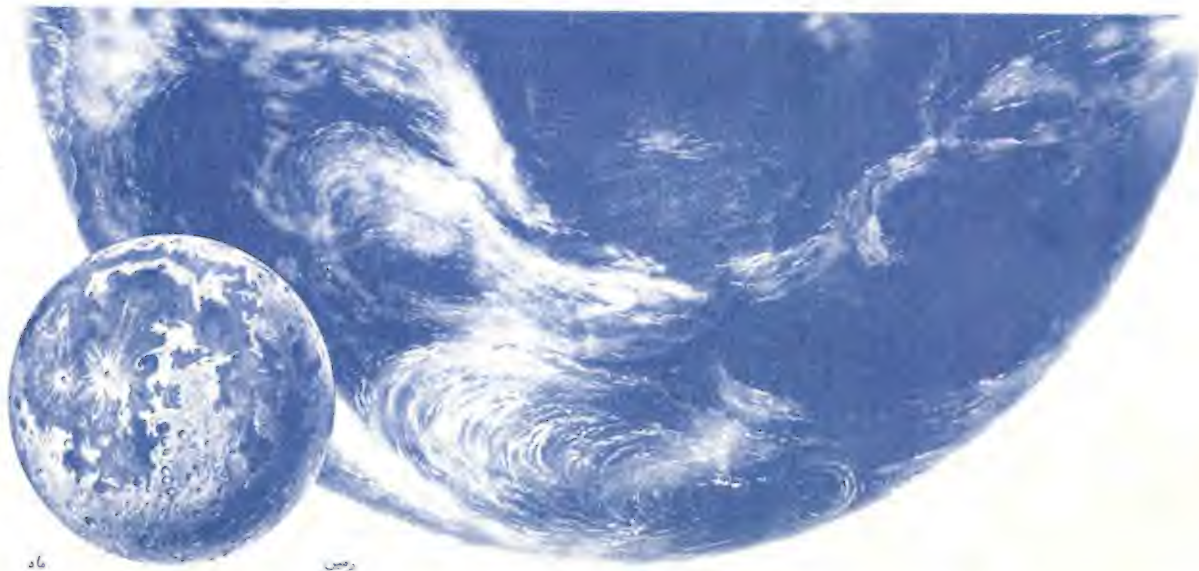
ویژگی‌های ماه

CHARACTERISTICS OF MOON

ماه با حرارت وای سب آسمان که سب از هر حرم آسمانی، دیدگان زمین را با وجود مسغول دانستد است دارای قطری کمی بسبب از $\frac{1}{4}$ قطر کره زمین و برابر ۳۷۷۶ کیلومتر است و نسبت به جثه مادر خویش یعنی زمین یکی از بزرگترین سرهای منظومه خورشیدی بشمار می‌رود. جرم ماه $7/3483 \times 10^{22}$ کیلوگرم است که آن سبب ۸۱ بار بزرگتر از قمری است که در مقیاس منظومه خورشیدی باعدما با سبستی به زمین تعلق گیرد، در روشن شدن این مطلب می‌توان گفت که در منظومه خورشیدی فقط پنج قمر بزرگتر از ماه زمین وجود دارد که سه‌ای آنها به برجیس یا مشتری، یکی به کیوان یا زحل و دیگری به نپتون یعنی سه غول منظومه خورشیدی که هر کدام به تنهایی چند صد برابر قمرهای خویشند، تعلق دارند، به همین مناسبت اگر کرات زمین و ماه را بجای یک سیاره و یک قمر یک سیاره دوتائی یا دو قلو بنامیم راهی به‌گراف تر قندایم.

شرایط جوی و سطح ماه Atmospheric & Surface Conditions

ماه از نظر شرایط جوی دنیای کاملاً دگرگونه‌ای است. از آنجائی که هم اندازه آن و هم جرم آن کم است، لذا با میدان جاذبه نسبتاً ضعیف خود قادر به نگهداری جو در پیرامون خویش نیست. شتاب ثقل در سطح ماه فقط $\frac{1}{6}$ شتاب ثقل سطح زمین است و سرعت گریز آن نسبتاً ناچیز و برابر



اندازه ماه - قطر ماه ۳۰۴۷۶ کیلومتر و $\frac{1}{4}$ قطر زمین است و جرم آن $\frac{1}{81}$ جرم زمین می‌باشد.

فاصله ماه تا زمین - ماه روی مداری به فاصله متوسط ۳۹۲،۳۸۴ کیلومتر به دور زمین در گردش است. نزدیکترین موقعیت آن نسبت به مرکز زمین (نقطه حضیض) ۳۵۶،۴۱۰ کیلومتر و دورترین فاصله آن از مرکز زمین (نقطه اوج) ۴۰۶،۶۷۹ کیلومتر است.



نسبت میان اندازه پاره‌های سیارات و اقمار آنها - کره ماه در مقایسه با جبهه مادر خویش، قمری است بزرگ و غیر عادی و چنانچه با بزرگترین قمرهای منظومه خورشیدی مانند تری‌تون که فقط قطر مادر خویش یعنی نپتون را دارد و یا تیتان و کیوان و گانیمید و برجیس مقایسه گردد، بزرگی نسبی آن کاملاً مشهود می‌شود. همانندی تقریبی اندازه‌های ماه و زمین پاره‌های فرضیه‌ها را در زمینه پیدایش و منشاء کره ماه موجب گردیده است.

تاریخچه شناخت ماه

OBSERVATIONAL BACKGROUND

ماه برای زمینیان آشناترین چهره آسمانی است و سابقه شناخت آن به روزگاران بس گذشته باز می‌گردد. چهره ماه و عوارض عمده آن را حتی با چشم معمولی و غیر مسلح هم می‌توان دید.

نخستین نقشه ماه احتمالاً "بوسیله ویلیام گیلبرت William Gilbert انگلیسی در سال ۱۶۰۰ میلادی تهیه گردیده و اولین نقشه تلسکوپی آن توسط توماس هریوت Thomas Harriott در سال ۱۶۰۹ طراحی شده است.

گالیله نخستین ستاره‌شناسی است که در سال ۱۶۱۰ میلادی بطور جدی روی ماه کار کرده و سعی بر آن داشته تا بلندی کوه‌های ماه را به کمک سایه آنها اندازه‌گیری کند.

در حدود سال ۱۶۱۱ میلادی ویلیام لور William Lower به کمک تلسکوپ خویش جزئیات بیشتری را در چهره ماه آشکار ساخت و در سال ۱۶۴۵ تا ۱۶۴۷ لانگرنوس Langrenus و هولیوس Hevelius عوارض ماه را نامگذاری کردند. نامگذاری‌های هولیوس هیچگاه مقبولیت عامه نیافت و بعد از مرگش به دست فراموشی سپرده شد.

در سال ۱۶۵۱ جیووانی ریکولی Giovanni Riccioli ایتالیایی به کمک شاگردش گریمالدی Grimaldi نقشه‌هایی از ماه تهیه نمود و برای کوه‌های آن نام‌هایی مشابه کوه‌های زمینی برگزید و گودهایش را به اسم دانشمندان معروف نامگذاری کرد.

با وجودی که ریکولی در نامگذاری عوارض ماه رعایت عدالت و بی‌طرفی را نکرده و حق مناسبی برای شخصیت‌های علمی منظور نداشته است، مع‌الوصف شیوه نامگذاری وی تقریباً تا به امروز باقی مانده و ضمن اندکی دستکاری نام شخصیت‌های معروفی چون اسحق نیوتن و غیره را به آن افزوده‌اند.

در سال ۱۷۷۵ توبیاس مایر Tobias Mayer ستاره‌شناس آلمانی نقشه کوچک و دقیقی از ماه تهیه کرد و سیستم مختصات مناسبی برای کره مزبور پیشنهاد نمود.

طی سال‌های ۱۷۷۸ تا ۱۸۱۳ یوهان هیرونیموس شروتر Johann Hieronymus Schröter در رصدخانه‌ای که شخصاً دایر کرده بود به بررسی ماه و سیارات پرداخت و صدها نقشه از کره ماه تهیه نمود که همگی از دقت مناسب برخوردارند.

در سال ۱۸۳۷ ویلهلم بیر Wilhelm Beer آلمانی به اتفاق

همکارش یوهان مادلر Johann Mädler آثار بس‌ارزنده خویش را همراه با کتابی بنام Der Mond و منتشر ساخت و ماه را کره‌ای سرد و مرده معرفی نمود. در سال ۱۸۶۶ یولیوس اشمیت Julius Schmidt آلمانی که سرپرستی رصدخانه آتن را بر عهده داشت ماه را با دقت بسیار تحت بررسی قرار داد و یکی از بهترین آثار اواخر قرن نوزدهم را از خویش به یادگار گذاشت و بالاخره ویلهلم لورن Wilhelm Lohrmann آلمانی و ادموند نیسون Edmund Neison انگلیسی را نیز بایستی جزو آخرین گروه ماه‌شناسان اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم بشمار آورد.

نخستین عکس کره‌ماه در سال ۱۸۴۰ بوسیله جی. دبلیو دراپر J. W. Draper تهیه شد و از آن به بعد فن عکاسی در شناسایی و تهیه نقشه‌های کره ماه به خدمت درآمد و اطلس‌های عکسی فراوانی تهیه و در دسترس قرار گرفت.

در اوایل قرن بیستم انجمن ستاره‌شناسان انگلیس چارت‌های دقیقی به کمک عکاسی از ماه تهیه نمودند که هنوز هم از ارزش کافی برخوردارند. تا سال ۱۹۵۹ که نخستین سفینه بدون سرنشین به فضا روان گردید، تهیه نقشه‌های مقیاس بزرگ که به نمایش جزئیات کوچک چهره ماه قادر باشد امکان پذیر نمی‌بود. مهندسه‌های آمریکائی اوربیتر Orbiters که در سال‌های ۱۹۶۶ و ۱۹۶۸ به فضا فرستاده شدند، در فاصله نزدیکی در پیرامون ماه به گردش درآمدند و هزاران عکس روشن و دقیق به زمین مخابره نمودند که بعدها در فرودهای موفقیت آمیز آپولو Apollo مورد استفاده قرار گرفت.

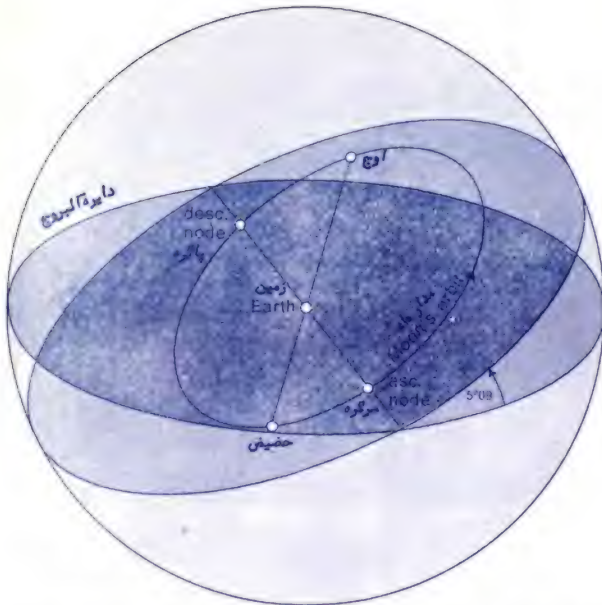
امروزه از سطح ماه نقشه‌های بسیار خوبی که حتی از نقشه باره‌ای



مشاهدات گالیله در سال ۱۶۰۹.

صور ماه

Phases of the Moon



مدار ماه - این شکل مدار گردش ماه را در کره فرضی عالم که زمین در مرکز آن قرار دارد، نشان می‌دهد و تمایل آن را نسبت به سطح دایرة البروج یا سطح مدار گردش زمین که برابر ۵ درجه و ۹ دقیقه است، مشخص می‌سازد. از برخورد مدار ماه با فصل مشترک سطوح مزبور نقاطی بنام گره‌های ماه پدید می‌آید که سالانه ۱۹ درجه عقب نشینی می‌کنند. خط‌واصل میان نقاط اوج و حضیض ماه طی مدتی معادل ۸/۸۵ سال در جهت مخالف عقب‌نشینی گره‌ها، جابجا می‌گردد.

دراز می‌کشد و تا ۲۹/۵۳۰۵۹ روز بطول می‌انجامد این مدت را اصطلاحاً "ماه قمری یا ماه هلالی Lunar Month" می‌نامند. علاوه بر ماههای نجومی و قمری ماه دیگری بنام ماه‌گرهی یا دراکونیک *Draconic Month* نیز وجود دارد که از مدت زمان میان دو عبور متوالی کره ماه از گره‌های آن پدید می‌آید.

چهارمین ماه را ماه مدارگانی *Tropical Month* می‌نامند که برابر است با مدت زمان میان دو تقارن متوالی ماه و نقطه برابری بهاری *Vernal Equinox*.

ماه نسبت به ستارگان آسمان رو به خاور حرکت می‌کند و هرروز حدود ۱۳ درجه در آسمان جایجا می‌شود، اختلاف زمانی میان طلوع ماه در دو روز متوالی را تأخیر یا *Retardation* می‌نامند که مقدار متوسط آن ۵۰ دقیقه زمانی است. از آنجائی که خورشید و ماه دارای حرکت یکنواخت و ثابتی در آسمان زمین نیستند، از این‌رو بالطبع مدت دیرش در طول سال متفاوت خواهد بود، بطوری که مدت آن در ماه فروردین به طولانی‌ترین مدت و در ماه مهر به کمترین مدت می‌رسد.

آزادش یا لیبراسیون

Librations

ماه کره همزمانی است و قاعدتاً "بایستی همواره یک نیمکره ثابت آن که معادل ۵۰ درصد سطح ماه است رو به زمینی قرار گیرد، اما به دلایلی که در زیر به آنها اشاره خواهد شد بیش از ۵۰ درصد سطح ماه در معرض دید زمینی قرار دارد که به آن آزادش *Libration* می‌گویند.

ماه کره‌ای سرد و تاریک است و از خود نوری ندارد و پدیده‌ای که از آن بنام مهتاب یاد می‌شود، بازتابی از نور خورشید است. موقعیت‌های ماه روی مدار خویش بخش‌های گوناگون نیمکره‌های تاریک و روشن ماه را تحت عنوان پدیده‌ای بنام صور ماه *Phases of the Moon* در چشم زمینیان جلوه‌گر می‌سازد. هنگامیکه ماه دقیقاً "میان زمین و خورشید قرار می‌گیرد، آن نیمکره از ماه که بوسیله خورشید روشن شده پشت به زمین قرار می‌گیرد و نیمکره تاریک آن رو به زمین واقع می‌شود، چنین حالتی را ماه نو *New Moon* می‌گویند، کوتاه زمانی پس از ماه نو، بخش کوچکی از نیمکره روشن ماه که به کمان باریکی شباهت دارد، رو به زمین می‌کند که به آن هلال *Crescent* می‌گویند. هماهنگ با پیشروی ماه روی مدار خویش بر میزان روشنائی نیمکره رو به زمین آن افزوده می‌گردد و شکل هلالی آن به تدریج رو به فزونی می‌نهد تا جائی که نیمی از نیمکره روشن ماه رو به زمین قرار می‌گیرد. به این مرحله چارک (چهار یک) اول یا تربیع یکم *First Quarter* می‌گویند، مفهوم این مرحله آن است که ماه تا این زمان ¼ مدار خویش به دور زمین را پیموده است.

پس از مرحله چارک اول به مرور بر پهنه روشن ماه افزوده می‌گردد تا جائی که خورشید و زمین و ماه در یک خط قرار گیرند (زمین بین ماه و خورشید واقع شود) و نیمکره روشن آن به زمین رو نماید. این موقعیت را بدر یا ماه شب چهارده *Full Moon* می‌گویند.

چهره روشن ماه پس از مرحله بدر به تدریج رو به زوال می‌گذارد تا جائی که به مرحله چارک دوم یا تربیع دوم *2nd Quarter* که سوای موقعیت مداری همانندی فراوانی با چارک یکم دارد وارد گردد و سرانجام پس از مرحله چارک دوم ماه رو به هلال پایانی می‌نهد و در آخرین روزهای ماه قمری به یک کمان باریک تبدیل می‌شود و پس از آنکه نیمکره روشن آن کاملاً "پشت به زمین واقع گردید، به مرحله ماه نو دیگری گام می‌نهد و دور بعدی گردش خود را به دور زمین آغاز می‌کند.

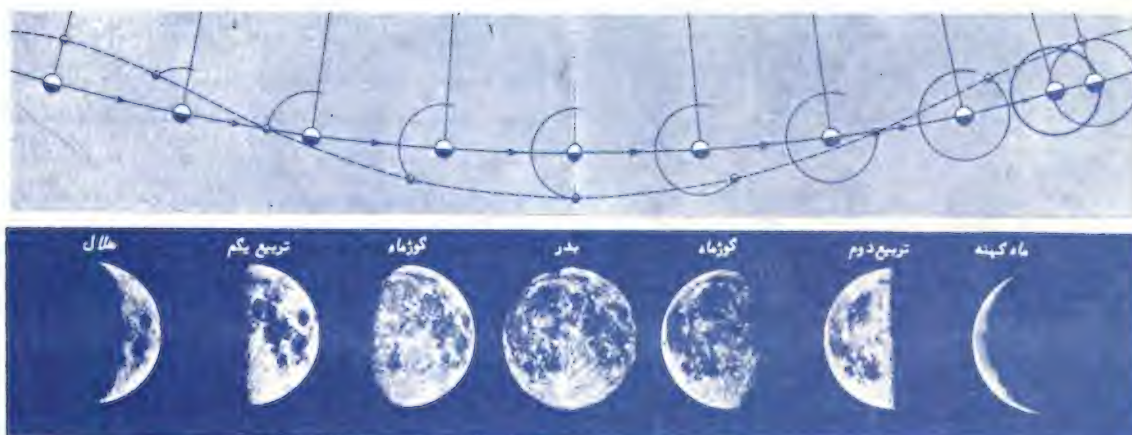
در مراحل هلال اول و پایانی معمولاً "نیمکره تاریک ماه را نورضعیفی که در واقع بازتاب نور زمین است روشن می‌سازد. جالب این است که برای نخستین بار چگونگی این پدیده بوسیله نابغه معروف لئوناردو داونچی *Leonardo da Vinci* تشریح و توصیف گردیده است.

مرز میان نیمکره تاریک و روشن ماه را روشمرز (مرز روشنائی) *Terminator* می‌نامند. از آنجائی که سطح کره ماه هموار نبوده و دارای برجستگی‌ها و فرو رفتگی‌های بسیار است، از این‌رو روشمرز بصورت خط دندانه‌داری به ویژه در نواحی کوهستانی که از شکن‌ها و تخرس‌های کاملاً چشم‌گیری برخوردار است، جلوه‌گر می‌شود.

دوره‌های زمانی ماه

The Moon's Period

یک دور گردش کامل ماه به دور زمین دقیقاً ۲۷/۳۲۱۶۶ روز به درازا می‌کشد. این مدت را ماه نجومی یا ماه ستاره‌ای *Sidereal Month* می‌نامند. از آنجائی که زمین نیز خود به دور خورشید گردش می‌کند، لذا مدت زمان میان یک ماه نو تا ماه نو بعدی کمی بیش از یک ماه نجومی به



صور ماه
صور یا اهله، ماه به وضعیت زاویه میان خورشید و ماه از زمین بستگی دارد. یک دور کامل صور ماه از یک تقارن (قرار گرفتن خورشید و ماه زمین در یک راستا) که به آن ماه نو می‌گویند آغاز می‌گردد و تا به تقارن مشابه بعدی پایان می‌یابد.

پیدایش آن را به‌درستی بیان داشت. پدیده، کشند یا جزر و مد، اساساً زائیده نیروی جاذبه کره ماه است. بدیهی است آب دریاها در مقایسه با خشکی‌های زمین از قابلیت انعطاف و نرمی بیشتری برخوردار بوده و بالطبع در برابر نیروی کشش ماه کمتر ایستادگی می‌کند، به همین مناسبت توده‌های آب در زیر پای ماه‌انباشته می‌گردند و پدیده‌ای را بنام برگشتند *High Tide* ایجاد می‌کنند.

همزمان با برگشتند رو به ماه، برگشتند دیگری در آن سوی کره زمین ایجاد می‌گردد که چگونگی آن بدینسان است.

طبیعتاً آبهای رو به ماه تحت تأثیر جاذبه کره مزبور به سرعت به آبکوه عظیمی مبدل می‌گردند و آبهای آن سوی زمین که از ماه به دورند کمتر متأثر گردیده و به اصطلاح عقب می‌مانند و آب‌توده عظیمی را در وراسوی کره زمین ایجاد می‌نمایند و بدینسان روزانه هر نقطه از سطح زمین دوبار دستخوش برگشتند و دوبار هم دستخوش فروگشتند *Low Tide* می‌گردد.

علاوه بر آماسیدن آبهای کره زمین، خشکی‌ها نیز از اثر جاذبه ماه در امان نبوده و دستخوش تورم می‌گردند که در مقایسه با آماس آبها کمابیش نامحسوس است.

علاوه بر جاذبه کره ماه، موقعیت خورشید و زمین نیز در میزان برگشتند از نقش مؤثری برخوردارند. هنگامی که زمین در یک سو و خورشید و ماه در سوی دیگر قرار می‌گیرند، جاذبه خورشید به یاری ماه می‌شتابد و حداکثر مد را که می‌کشند *Spring Tide* نامیده می‌شود پدید می‌آورد و زمانی که ماه در حالت تربیع اول و یا دوم قرار می‌گیرد، جهت جاذبه خورشید بر جهت جاذبه ماه عمود می‌شود و برگشتند را به حداقلی بنام کهکشند *Neap Tide* مبدل می‌سازند.

رویهمرفته نیروی حاصله از جاذبه ماه، و لنگر و اصطکاک حاصله از پدیده برگشتند، چرخش محوری زمین را به آرامی ترمز می‌کند و بدینسان بر طول شبانه روز زمینی می‌افزاید.

از آنجائی که مدار گردش ماه کمی از دایره به دور بوده و تا اندازه‌ای به بیضی شباهت دارد از این‌رو سرعت گردش متغیری داشته و چرخش آن زمانی جلوتر و گاه عقب‌تر از گردش مداری انجام می‌شود و پدیده‌ای را بنام آزادش طولی که نوعی سرگردانی بوده و به امکان دیدار گونه‌های چپ و راست کره مزبور منتهی می‌گردد، موجب می‌شود.

از سوی دیگر زاویه میل محور ماه نسبت به سطح مدار آن نیز موجب می‌گردد تا ضمن گردش به دور زمین و طی نوعی سرجنبانی پاره‌ای از نواحی قطبی آن در برابر دیدگان زمینی قرار گیرد و پدیده دیگری را بنام آزادش عرضی باعث گردد.

افزون بر آزادش‌های طولی و عرضی، چرخش محوری زمین نیز خود عامل دیگری است تا پدیده سومی بنام آزادش روزانه را مطرح سازد و طی آن هنگام طلوع ماه اندکی از وراء لبه باختری آن‌را در معرض دید قرار دهد. ترکیب آزادش‌های طولی و عرضی و روزانه، کلاً امکان دید ۵۹ درصد سطح کره ماه را فراهم می‌سازد.

پدیده‌هایی بنام کشند و گرفت

TIDES & ECLIPSES

مردم روزگاران حتی بسیار گذشته می‌دانستند که میان طلوع و غروب ماه و برآمدن و فرونشینی آب دریاها بایستی رابطه‌ای وجود داشته باشد، اما چگونگی آن را نمی‌دانستند. نابغه بزرگ جهان دانش، اسحق نیوتن *Isaac Newton* برای نخستین بار بر این معما دست یافت و چگونگی

مه سال ۵۸۵ پیش از میلاد را پیش بینی نموده بود.

گرفت‌های ماه (خسوف) از ۱۳۶۷ تا سال ۱۳۷۹
خورشیدی (۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰ میلادی)

نوع گرفت بر حسب درصد	میلادی	هجری شمسی
کامل	۲۲ فوریه ۱۹۸۹	۳ اسفند ۱۳۶۷
کامل	۱۷ اوت ۱۹۸۹	۲۶ امرداد ۱۳۶۸
کامل	۹ فوریه ۱۹۹۰	۲۰ بهمن ۱۳۶۸
۶۸ درصد	۶ اوت ۱۹۹۰	۱۵ امرداد ۱۳۶۹
۹۰ درصد	۲۱ دسامبر ۱۹۹۱	۳۰ آذر ۱۳۷۰
۶۹ درصد	۱۵ ژوئن ۱۹۹۲	۲۵ خرداد ۱۳۷۱
کامل	۱۰ دسامبر ۱۹۹۲	۱۹ آذر ۱۳۷۱
کامل	۴ ژوئن ۱۹۹۳	۱۴ خرداد ۱۳۷۲
کامل	۲۹ نوامبر ۱۹۹۳	۸ آذر ۱۳۷۲
۲۸ درصد	۲۵ ژوئن ۱۹۹۴	۴ تیر ۱۳۷۳
۱۲ درصد	۱۵ آوریل ۱۹۹۵	۲۶ فروردین ۱۳۷۴
کامل	۴ آوریل ۱۹۹۶	۱۵ فروردین ۱۳۷۵
کامل	۲۷ سپتامبر ۱۹۹۶	۵ مهر ۱۳۷۵
۹۳ درصد	۲۴ مارس ۱۹۹۷	۴ فروردین ۱۳۷۶
کامل	۱۶ سپتامبر ۱۹۹۷	۲۵ شهریور ۱۳۷۶
۴۲ درصد	۲۸ ژوئیه ۱۹۹۹	۶ امرداد ۱۳۷۸
کامل	۲۱ ژانویه ۲۰۰۰	۱ بهمن ۱۳۷۸
کامل	۱۶ ژوئیه ۲۰۰۰	۲۵ تیر ۱۳۷۹

بررسی خطوط رشد و نمو سنگواره‌های مرجانی بیانگر آن است که در ۳۵۰ میلیون سال پیش طول شبانه‌روز زمینی حدود سه ساعت کوتاه‌تر از شبانه‌روز کنونی بوده و طول یک سال خورشیدی به چیزی حدود چهارصد روز بالغ می‌گردیده است.

بررسی‌هایی که روی سوابق بجای مانده از گرفت‌های گذشته بعمل آمده نشان می‌دهد که روند افزایش طول روزهای زمینی حدود ۱۶/۰۰۰ ثانیه در هر قرن است.

گرفت یا خسوف و کسوف

Eclipses

زمین و ماه در نیمکره پست به خورشید خود مخروط بسیار طولی از سایه در فضا پدید می‌آورند. با عبور زمین از میان مخروط سایه ماه پدیده‌ای بنام خورگرفت یا کسوف *Solar Eclipse* ایجاد می‌شود و برای آن دسته از زمینیان که در مخروط سایه قرار گرفته‌اند، خورشید در پشت ماه پنهان می‌گردد و زمانی که ماه از میان مخروط سایه زمین عبور می‌کند، پدیده دیگری بنام مدگرفت یا خسوف *Lunar Eclipse* ایجاد می‌شود که برخلاف خورگرفت که به نواحی محدودی منحصر است، کره ماه در سراسر نیمکره زمین روی در تقاب می‌گردد و در تاریکی مخروط سایه زمین فرو می‌رود. در پدیده مدگرفت اغلب ماه در تاریکی کامل فرو نمی‌رود، بلکه باره‌ای از پرتوهای خورشیدی که در برخورد با جو زمین به سوی ماه منحرف شده‌اند، کره مزبور را با نور ضعیفی روشن می‌سازند و چهره ماه را با رنگی مسین و یا مایل به قرمز می‌آرایند و گاه در شرایطی متفاوت ماه را آنچنان تاریک می‌سازند که حتی با چشم معمولی و غیر مسلح هم دیده نمی‌شود. در صورتی که مراکز سه کره زمین و ماه و خورشید روی یک راستا قرار نگیرند، گرفت بطور ناقص ایجاد می‌شود. علاوه بر خورگرفت‌های کامل و ناقص، پدیده سومی نیز بنام خورگرفت حلقوی وجود دارد که چگونگی آن به طول مخروط سایه ماه بستگی دارد. به عبارت دیگر چنانچه طول مخروط سایه کوتاه‌تر از فاصله ماه تا زمین باشد و راس مخروط سایه ماه به سطح زمین نرسد، ناگزیر قرص خورشید کاملاً "بوسیله قرص ماه پوشیده نمی‌شود و به صورت حلقه‌ای نورانی از پشت ماه سر برمی‌آورد.

خورگرفت فقط زمانی بوقوع می‌پیوندد که ماه در مرحله بدر قرار داشته باشد و مدگرفت نیز هنگامی ایجاد می‌شود که ماه در مرحله بدر قرار داشته باشد اما از آنجائی که مدار ماه نسبت به مدار گردش زمین متمایل است، لذا در هر ماه نو و یا بدر، گرفت ایجاد نمی‌شود و فقط به زمانی منحصر می‌گردد که ماه در حدود کره‌های مدار خویش قرار داشته باشد.

بیشترین گرفت‌هایی که در عرض یک سال ایجاد می‌شود هفت است و کمترین آنها دو می‌باشد.

مدت زمان گرفت‌ها متفاوت است و به وضعیت هندسی زمین و ماه و خورشید بستگی دارد. مدگرفت کامل گاه تا یک ساعت و ۴۴ دقیقه به درازا می‌کشد و خورگرفت از ۷ دقیقه و ۴۰ ثانیه تجاوز نمی‌کند.

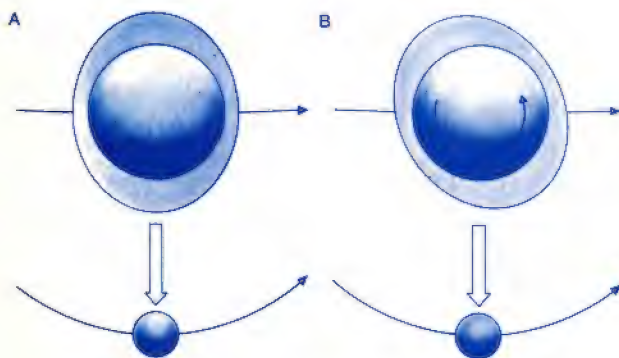
بابلیان باستان به درستی دریافته بودند که گرفت‌های کاملاً مشابه هر ۶۵۸۵ روز یا هر ۱۸ سال ۱۰ تا ۱۱ روز یک بار تکرار می‌گردند. این مدت را بابلیان قدیم ساروس *Saros* می‌گفتند. می‌گویند تالس *Thales* فیلسوف ریاضی دان معروف یونانی به کمک ساروس، گرفت ۲۸

گرفت‌های خورشید (کسوف) از ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۸ خورشیدی
(۱۹۸۹ تا ۱۹۹۹ میلادی)

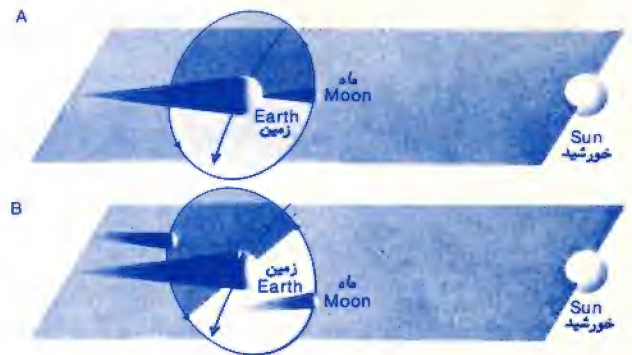
هجری شمسی	میلادی	منطقه	نوع گرفت
هفدهم اسفند ۱۳۶۷	هفتم مارس ۱۹۸۹	شمالگان	جزئی یا ناقص
نهم شهریور ۱۳۶۸	سی و یکم اوت ۱۹۸۹	جنوبگان	جزئی یا ناقص
ششم بهمن ۱۳۶۸	بیست و ششم ژانویه ۱۹۹۰	جنوبگان	حلقوی
سی و یکم تیرماه ۱۳۶۹	بیست و دوم ژوئیه ۱۹۹۰	فنلاند ، اتحاد جماهیر شوروی و ناحیه اقیانوس آرام	کامل
بیست و پنجم و بیست و ششم بهمن ۱۳۶۹	پانزدهم و شانزدهم ژانویه ۱۹۹۱	استرالیا ، نیوزیلند ، اقیانوس آرام	حلقوی
بیستم تیر ۱۳۷۰	یازدهم ژوئیه ۱۹۹۱	اقیانوس آرام ، مکزیکو ، برزیل	کامل
چهاردهم و پانزدهم دی ۱۳۷۰	چهارم و پنجم ژانویه ۱۹۹۲	نواحی مرکزی اقیانوس آرام	حلقوی
نهم تیر ۱۳۷۱	سی ام ژوئن ۱۹۹۲	جنوب اقیانوس اطلس	کامل
سوم دی ۱۳۷۱	بیست و چهارم دسامبر ۱۹۹۲	شمالگان	ناقص
سی و یکم اردیبهشت ۱۳۷۲	بیست و یکم مه ۱۹۹۳	شمالگان	ناقص
بیست و دوم آبان ۱۳۷۲	سیزدهم نوامبر ۱۹۹۳	جنوبگان	ناقص
بیستم اردیبهشت ۱۳۷۳	دهم مه ۱۹۹۴	اقیانوس آرام ، مکزیکو ، ایالات متحده آمریکا و کانادا	حلقوی
دوازدهم آبان ۱۳۷۳	سوم نوامبر ۱۹۹۴	پرو ، برزیل ، جنوب اقیانوس آرام	کامل
نهم اردیبهشت ۱۳۷۴	بیست و نهم آوریل ۱۹۹۵	جنوب اقیانوس آرام ، پرو ، جنوب اقیانوس اطلس	حلقوی
دوم آبان ۱۳۷۴	بیست و چهارم اکتبر ۱۹۹۵	ایران ، هندوستان ، اقیانوس آرام	کامل
بیست و هشتم فروردین ۱۳۷۵	هفدهم آوریل ۱۹۹۶	جنوبگان	ناقص
بیستم مهرماه ۱۳۷۵	دوازدهم اکتبر ۱۹۹۶	شمالگان	ناقص
نوزدهم اسفند ۱۳۷۵	نهم مارس ۱۹۹۷	اتحاد جماهیر شوروی و شمالگان	کامل
یازدهم شهریور ۱۳۷۶	دوم سپتامبر ۱۹۹۷	جنوبگان	ناقص
هفتم اسفند ۱۳۷۶	بیست و ششم فوریه ۱۹۹۸	اقیانوس آرام ، اقیانوس اطلس	کامل
سی و یکم امرداد ۱۳۷۷	بیست و دوم اوت ۱۹۹۸	اقیانوس هند ، هند شرقی ، اقیانوس آرام	حلقوی
بیست و هفتم بهمن ۱۳۷۷	شانزدهم فوریه ۱۹۹۹	اقیانوس هند ، استرالیا ، اقیانوس آرام	حلقوی
بیستم امرداد ۱۳۷۸	یازدهم اوت ۱۹۹۹	اقیانوس اطلس ، انگلستان ، فرانسه ، ترکیه ، هندوستان	کامل



این عکس‌ها مراحل نخستین مه‌گرفت کاملی را که در ۲۴ ژوئن ۱۹۶۴ به وقوع پیوسته است نشان می‌دهد. بطوری‌که از چپ به راست دیده می‌شود، ماه به آرامی وارد مخروط سایه زمین گردیده و بتدریج در آن فرو می‌رود. آناکساگوراس Anaxagoras یونانی در سال ۴۵۰ پیش از میلاد با دیدن انحنا سایه زمین بر روی ماه به کروی بودن زمین پی برد.

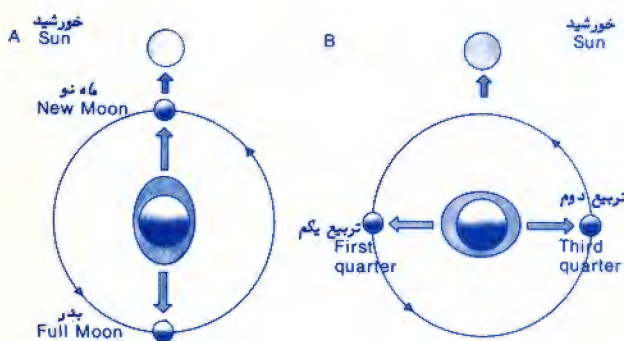


A- برای تعریف پدیده کشید، بهتر است زمین را کره بدون چرخشی که گرداگرد آن را آب فرا گرفته است، فرض کنیم. در چنین حالتی آب‌های رو به ماه از نیروی جاذبه ماه متاثر و متورم می‌گردند و آب‌های پشت به ماه که از ناءشر جاذبه ماه به دورند نیز رو به هم انباشته شده و آب‌کوهه عظیمی را در وراسوی زمین پدید می‌آورند. B- اما از آنجائیکه زمین در چرخش و ماه در گردش است، لذا آب‌کوهه‌های مزبور پایای گردش ماه حرکت می‌کنند و نقاط پیرامون زمین را روزانه دوبار دستخوش کشند می‌سازند.

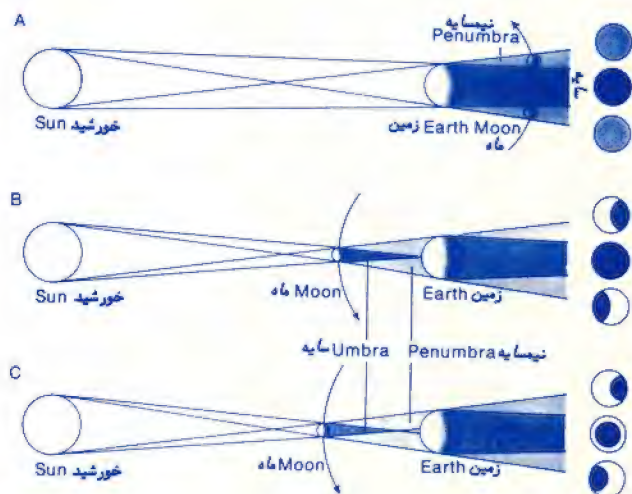


شرایط لازم برای گرفت

مدار گردش ماه نسبت به مدار گردش زمین منمایل است. A- یک گرفت اعم از خسوف یا کسوف زمانی می‌تواند به وقوع پیوندد که مراکز کره‌های ماه و خورشید و زمین روی یک راستا قرار گیرند. B- در غیر اینصورت مدار کرات زمین یا ماه بالاتر و پائین‌تر از مخروط سایه قرار گرفته و کرات مزبور را از فرو رفتن در تاریکی به دور خواهند داشت.

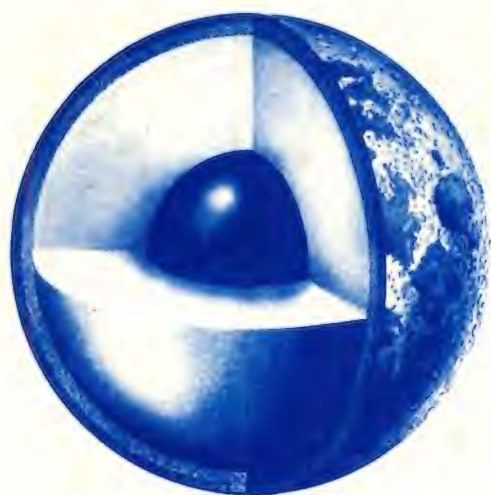


خورشید ماه متفقا" روی کشند اثر می‌گذارند. A- در مرحله ماه نو یا بدر، جاذبه خورشید به یاری جاذبه ماه می‌شتابد و پدیده مه‌کشند را ایجاد می‌کند. B- در مراحل تربیع اول و دوم نیروی جاذبه خورشید تا اندازه‌ای از نیروی جاذبه ماه می‌کاهد و پدیده‌های بنام کهکشند را موجب می‌گردد.



انواع گرفت

A- هنگام مه‌گرفت، ماه نخست از میان نیمسایه زمین عبور می‌کند و با فرو رفتن در مخروط سایه به تاریکی وارد می‌گردد و پس از آن دوباره به نیمسایه زمین وارد می‌شود. B- خور گرفت کامل فقط به منطقه کوچکی که از برخورد راس مخروط سایه با زمین پدید آمده است منحصر می‌گردد. برای مناطقی که در نیمسایه ماه قرار دارند، خور گرفت ناقص است. C- خور گرفت حلقوی هنگامی روی می‌دهد که ماه در نزدیکی هلی اوج مدار خویش باشد و مخروط سایه آن به زمین نرسد.



ساختمان درونی ماه

INTERIOR

تراکم متوسط کره ماه ۳/۳۴ برابر تراکم آب است که ناچیز بودن نسبی آن در مقایسه با تراکم زمین برابر ۵/۵ بخوبی روشن می‌گردد. این وضعیت روشنگر آن است که کره ماه برخلاف کره زمین بایستی فاقد توده مرکزی سنگین و سرشار از آهن باشد. تحقیق در زمینه سردی و یاکرمی درون ماه مدت‌ها دانشمندان را بخود مشغول می‌داشت.

پژوهش‌هایی که به کمک سفینه‌های آپولو *Apollo ۱۵ و ۱۷* به عمل آمده، نشان می‌دهد که به ازای ۲ متر افزایش ژرفای یک درجه کلوین بردمای درونی ماه افزوده می‌شود. با این ترتیب نظریه سرد بودن کره ماه را بایستی به یک سو نهاد و آن را جزء اجرام گرم منظومه خورشیدی بشمار آورد.

ساختمان ماه
ساختمان ماه کلاً با ساختمان زمین متفاوت است. پوسته و گوشته ماه ضخیم‌تر از پوسته و گوشته زمین است و دمای درونی آن کمتر از زمین می‌باشد. سنگ‌های پوسته ماه که سنگپوش یا رگولیت نام دارند تا عمق ۶ کیلومتری ادامه یافته است. در زیر پوسته، گوشته ماه واقع شده و در زیر آن سستکره قرار دارد که احتمالاً بخشی از آن به حالت گداخته است. و سرانجام توده محتملاً فشرده‌ای نیز در مرکز آن جای دارد که ساختمان آن بدرستی شناخته نیست.

و انبساط و انقباض سنگیای پوسته ماه تولید می‌کردند.
ماه لرزه‌های عمیق معمولاً در موقعیت حوضی ماه که کره مزبور بشدت تحت تأثیر جاذبه زمین قرار می‌گیرد، به وقوع می‌پیوندد. شدت ماه لرزه‌ها هیچگاه از دو درجه ریشتر تجاوز نمی‌کند و تعداد آنها بطور متوسط سالانه به حدود ۳۰۰۰ می‌رسد.

ساختمان ماه

Structure

بررسی رفتار امواج ماه لرزه چه طبیعی و چه مصنوعی، نشان‌دهنده آن است که ساختمان ژرفای یک کیلومتری سطح ماه نسبت به پوسته سنگپوشی یا رگولیتی *Regolith* آن کاملاً دگرگون است.

در ژرفای ۲۰ کیلومتری، سرعت امواج فزونی می‌یابد و به ۶ کیلومتر در ثانیه می‌رسد. این وضعیت گویای آن است که در این ژرفا توده‌هایی از سیاهسنگ *Basalt* وجود دارد که متناسب با افزایش عمق بر تراکم آنها افزوده می‌گردد. در ۲۰ کیلومتری عمق ماه بر سرعت امواج دوباره افزوده می‌شود و به ۷ کیلومتر در ثانیه می‌رسد و تا ژرفای ۶۰ کیلومتری همچنان ثابت می‌ماند. چنین رفتاری وجود احتمالی ترکیبات گابروئی *Gabro* را بیان می‌دارد. با وجودی که سرعت امواج در پائین‌تر از حد زیرین پوسته ماه با زهم فزونی می‌یابد و به ۹ کیلومتر در ثانیه بالغ می‌گردد، مع الوصف تا این تاریخ* آگاهی درستی از ساختمان آن در دست نیست. اما بطور اجمال می‌توان گفت که سنگهای زیر پوسته ماه که تا ژرفای ۱۵۰ کیلومتری همچنان ادامه دارند، احتمالاً از نوع پیروکسن *Pyroxene* و الیوین

ماه لرزه

Moonquakes

پدیده زمین لرزه امواج گوناگونی در زمین ایجاد می‌کند که پارامای از آنها به اعماق زمین نفوذ کرده و حتی به درون توده گداخته مرکزی راه می‌یابند و اطلاعات پس مهمی در زمینه ساختمان درونی زمین در دسترس ما قرار می‌دهند. لرزه نگاری نصب شده در ماه و مهنوردها وجود سه نوع ماه لرزه را گواهی می‌کنند. نخستین نوع ماه لرزه، ارتعاشاتی هستند که بر اثر برخورد شهاب سنگ‌ها *Meteorites* به سطح کره مزبور پدید می‌آیند.

دومین لرزه‌ها را سقوط اجسام ساخت دست بشر مانند مدول *Modules* مهنوردها یا انفجارهای مصنوعی در ماموریت‌های آپولو ایجاد می‌نمایند. و بالاخره سومین لرزه‌ها را به حرکات درونی کره ماه مربوط می‌دانند.

مهمترین لرزه به ثبت رسیده، به ماه لرزه ژوئیه سال ۱۹۷۲ متعلق است که در پی برخورد شهاب سنگی به وزن هزار کیلوگرم با سطح کره ماه پدید آمده است. سقوط مدول مهنوردها نیز نتیجه شگرفی را به ارمغان آورده و نشان داده است که لرزه‌های حاصله از سقوط اینگونه اجسام تا حدود یک ساعت ادامه داشته است.

سومین گروه لرزه‌ها که به خود ماه بستگی دارند بر دو گونه‌اند، لرزه‌های ژرف که در عمق ۶۰۰ تا ۹۵۰ کیلومتری ژرفای ماه روی می‌دهند و منشأ کشندی یا جاذبه‌ای *Tidal* دارند، و لرزه‌های سطحی که بر اثر اختلاف دمای شدید بخش‌های تاریک و روشن ماه



نرمی رگولیت پاره‌ای نواحی ماه آن‌چنان است که جاپاها را بخوبی درخودنگه می‌دارد. نشانه‌های مدوری که در این عکس دیده می‌شوند متعلق به کفشک‌های مهنورد سورویر ۳ است که پیش از آرامش کامل دو سه بار با سطح ماه تماس حاصل کرده است.

ارزیابی سن زمین و دیگر سیارات هم‌اکنون می‌کنند و گوشه‌های تاریک سرگذشت خانواده خورشید را روشن می‌سازند.

علاوه بر رگولیت، مقدار زیادی سنگ‌های آسمانی در سطح ماه یافت می‌شود که آنها نیز پیام آوآنی از سرگذشت منظومه خورشیدی محسوب می‌گردند.

سرگذشت ماه

LUNAR CHRONOLOGY

در زمینهٔ منشاء و پیدایش ماه پنداره‌های بسیاری موجود است. همان طوری که در پیش نیز اشاره شد، نسبت میان اندازه‌های ماه و زمین در مقایسه با اندازه دیگر سیارات و اقمارشان آنقدر بزرگ است که تصور دوقلو بودن سیاره زمین را مطرح ساخته و بجای اینکه ماه را قمری برای زمین بشمار آورند، آن را همزادی برای سیاره مسکونی ما محسوب داشته‌اند.

بطور کلی فرضیاتی که در زمینهٔ منشاء و پیدایش ماه ارائه شده به سه گروه جدایش *Fission*، زبایش *Capture* و هم‌زادش *Binary Accretion* تقسیم می‌گردند.

فرضیهٔ جدایش نخستین بار بوسیلهٔ جی.اچ. داروین *G.H. Darwin* پسر چارلز داروین معروف در سال ۱۸۷۸ ارائه گردیده. بر اساس این پندار، زمین و ماه در آغاز تودهٔ یک پارچه چرخنده‌ای بوده‌اند که سرعت چرخش آن را نخست به شکل گلابی درآورده و سپس به شکل دمبل دگرگون ساخته و سرانجام با پاره شدن گلوگاه دمبل بخشی از آن جدا گردیده و جرم مستقلی را بنام ماه پدید آورده است. امروزه این نظر با تمام ظواهر پذیرنده‌اش،

Olivine نسبتاً متراکم می‌باشند. در زیر این لایه و تا عمق هزار کیلومتری لایه‌ای بنام سنگکره *Lithosphere* وجود دارد که بسیار سخت و استوار است. در زیر لایه مزبور لایه نرم‌تری بنام سستکره *Asthenosphere* موجود است که قطر آن به حدود ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ کیلومتر می‌رسد و احتمالاً با کمی مواد گداخته همراه است. و سرانجام نوبت به هسته یا توده مرکزی می‌رسد که ترکیبات آن هنوز بدرستی شناخته نشده.

بهر حال اطلاعات ما نه تنها از ساختمان توده مرکزی ماه ناقص است، بلکه از ساختمان اعماق زیاد ماه نیز آگاهی کاملی نداریم و باید در انتظار ماه‌لرزه‌های حاصل از سقوط شهاب‌سنگ‌های بزرگ باشیم تا با پی‌گیری رفتار آنها بر اطلاعات بیشتری دست یابیم.

و اما راجع به چگونگی میدان مغناطیس ماه باید گفت تقریباً هیچ! پژوهش‌هایی که از سال ۱۹۵۹ (تاریخ سفر لونای ۲) تا به امروز بعمل آمده ناچیز بودن میدان مغناطیس کرهٔ ماه را نشان می‌دهد. بررسی‌های مغناطیس دیرین گویای آن است که حدود ۳۰۰۰ میلیون سال پیش میدان مغناطیس نسبتاً قابل توجهی در ماه موجود بوده که امروزه تقریباً محو گردیده است.

رگولیت

REGOLITH

ماه برخلاف بیشتر سیارات منظومه خورشیدی که از تنوع و چشمگیری رنگ بهره‌مند هستند، کره‌ای است خاکستری یکنواخت که جز لکه‌های سیاه متعلق به سایه بلندی‌ها و عوارض مرتفع چیز چشمگیر دیگری ندارد.

سطح ماه را لایه‌ای بنام رگولیت *Regolith* (سنگپوش) پوشانیده که از خرده سنگ‌ها و خاکه‌هایی که روی یک سنگ‌بستر سراسری آرمیده‌اند تشکیل یافته است. ستبرای رگولیت در نواحی مختلف فرق می‌کند، بطوری که در مناطقی چون دریاچه‌های ماه به ۴ تا ۵ متر می‌رسد و در بلندی‌ها بین ۱۰ تا ۳۰ متر در تغییر است و در پاره‌ای جاها از چند سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند. رگولیت پاره‌ای مناطق ماه آن‌چنان نرم است که جای پا را بخوبی در خود مشخص می‌سازد و برای مدت‌های طولانی آنها را همچنان حفظ می‌کند، زیرا در ماه جوی وجود ندارد تا عوامل فرساینده‌ای چون باد و باران و یخبندان این‌گونه آثار را فرسوده و نابود سازند، البته این بدان مفهوم نیست که آثاری چون جای پا برای همیشه جاودان مانده و تغییری در آن پدید نیاید، بلکه بمباران شهاب‌سنگ‌ها و غبارهای کیهانی طی سالیان دراز که شاید از عمر آدمی نیز فراتر رود آنها را به مرور نابود می‌سازند و از میان می‌برند.

از آنجائی که سطح ماه احتمالاً در همان روزهای آغازین پیدایش سیارات سرد و منجمد گردیده، لذا عمر رگولیت را می‌توان تا حدود چهار هزار میلیون سال برآورد نمود.

رگولیت‌های نمونه‌ای که از ماه به زمین آورده شده، علاوه بر اینکه همانندی عناصر سازنده پوختهٔ ماه و زمین را نشان می‌دهند، راه را برای

دریاهای ماه

MARIA

حدود ۱۵ درصد سطح ماه را دشت‌های خاکستری رنگ پهناوری بنام دریاهای ماه* فرا گرفته است که در مقایسه با دیگر عوارض سطح ماه کاملاً چشمگیر و مشخص هستند و حتی با چشم‌های غیر مسلح نیز از زمین دیده می‌شوند.

دریاهای ماه بر دو گونه‌اند، منظم و نامنظم. دریاهای منظم آنها هستند که دارای شکل مدورند و پیرامون آنها را کمابیش کوههایی فرا گرفته است. سطح پاره‌ای از این دریاهای به ویژه آنهایی که در نیمکره پشت به زمین ماه قرار دارند بین ۲ تا ۵ کیلومتر پائین‌تر از سطح شعاع متوسط کره ماه است.

یکی از مهمترین دریاهای ماه دریای ایمبریوم *Mare Imbrium* است که پهنه وسیعی از سطح ماه را به خود اختصاص داده و پیرامون آن را کمابیش کوههای مرتفعی فرا گرفته است. البته کوههای سطح ماه هیچگونه تشابهی با کوههای زمین ندارند، بلکه عوارضی هستند که دریاهای ماه را بصورت دیوارهای بلندی دربر گرفته‌اند و یا بر اثر بمباران‌های شهابی متورم شده‌اند.

پارهای از گودهای *Craters* سطح ماه آنقدر پهناورند که به سختی می‌توان آنها را از دریاهای ماه تمیز داد. تا پیش از آغاز عصر فضا از آن



دریاهای ماه بخش وسیعی از نیمکره روبه زمین ماه را دشت‌های پهناوری بنام دریا‌های ماه فرا گرفته است. حال آنکه در نیمکره پشت به زمین وضع کاملاً دگرگونه است. چگونگی این اختلاف را احتمالاً باید با اثرات جاذبه زمین در ارتباط دانست.



پیدایش ماه

A - بر اساس فرضیه جدایش، ماه روزگاری بخشی از زمین بوده، ولی به دلیل سرعت زیاد چرخش زمین از آن جدا شده و به فضا پرتاب گردیده است.

B - مطابق فرضیه همزادش، کره ماه از انبوهش خردیزه‌ها و غبارهایی که در پیرامون زمین آغازین بصورت حلقه‌ای در گردش بوده‌اند پدید آمده و یا ماه و زمین همزاد یکدیگر بوده و همزمان تشکیل یافته‌اند.

C - برابر فرضیه ربایش، ماه در آغاز جرم مستقلی بوده و بوسیله میدان جاذبه زمین به دام افتاده است.

بدلیل مسائل زیادی که از جنبه ریاضی مطرح می‌سازد، مردود شناخته شده و طرفداری ندارد.

نظریه دوم که هواداران بیشتری به گرد خویش جمع آورده، بر این پایه است که ماه در آغاز سیاره مستقلی بوده که نزدیکی زیاد آن با زمین، به کام زمینش کشانده و آنچنان گرفتارش ساخته که دیگر رهایی از آن میسر نگردیده است. با وجودی که این پندار پرسش‌های چندانی را مطرح نمی‌سازد، ولی بدلیل فرضیات فراوانی که به‌مراه دارد بعنوان یک پندار رزرو انتخاب گردیده است. و سرانجام بموجب سومین نظریه، ماه و زمین هماهنگ و همزمان با دیگر سیارات منظومه خورشیدی در کنار هم زاده شده‌اند و به دلیل نزدیکی به هم تحت تأثیر جاذبه متقابل قرار گرفته و ارتباط گرانشی پیدا کرده‌اند.

نظریه مزبور را اینگونه نیز می‌توان بیان داشت که مواد متشکله ماه در آغاز بصورت حلقه‌ای پیرامون زمین قرار داشته که از اجتماع و انبوهش آنها ماه امروزی پدید آمده است.

با وجودی که در حال حاضر تصمیم‌گیری در این زمینه که میان این دو نظریه کدام صحیح‌تر است؟ کار مشکلی است، اما مسلم این است که زمین و ماه از مواد کاملاً مشابهی ساخته شده‌اند و در آن هیچ تردیدی نیست.

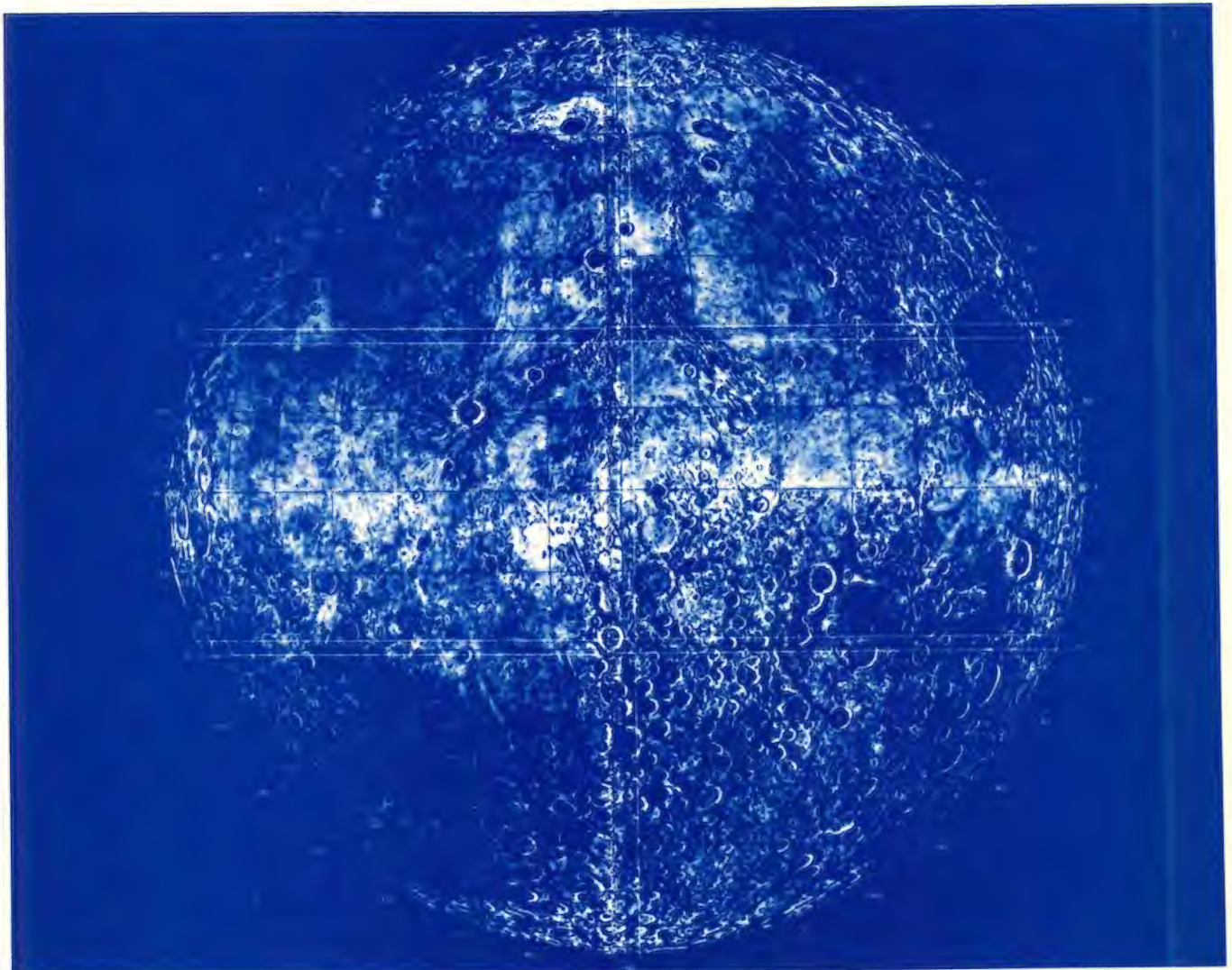
* از واژه دریاهای ماه نباید مفهومی به معنای دریاهای زمین را انتظار داشت. علت این که دشت‌های پهناور ماه را به دریاهای ماه نامگذاری کرده‌اند، اشتباهی بوده که از روزگاران گذشته ماه‌شناسان مرتکب شده و دشت‌های ماه را دریاهایی پنداشته‌اند و آنها را به همین عنوان نامگذاری کرده‌اند. حفظ واژه دریاهای ماه فقط برای گرمی داشت ماه‌شناسان قدیم و رعایت سوابق تاریخی آن بوده است. م

گودهای ماه

LUNAR CRATERS

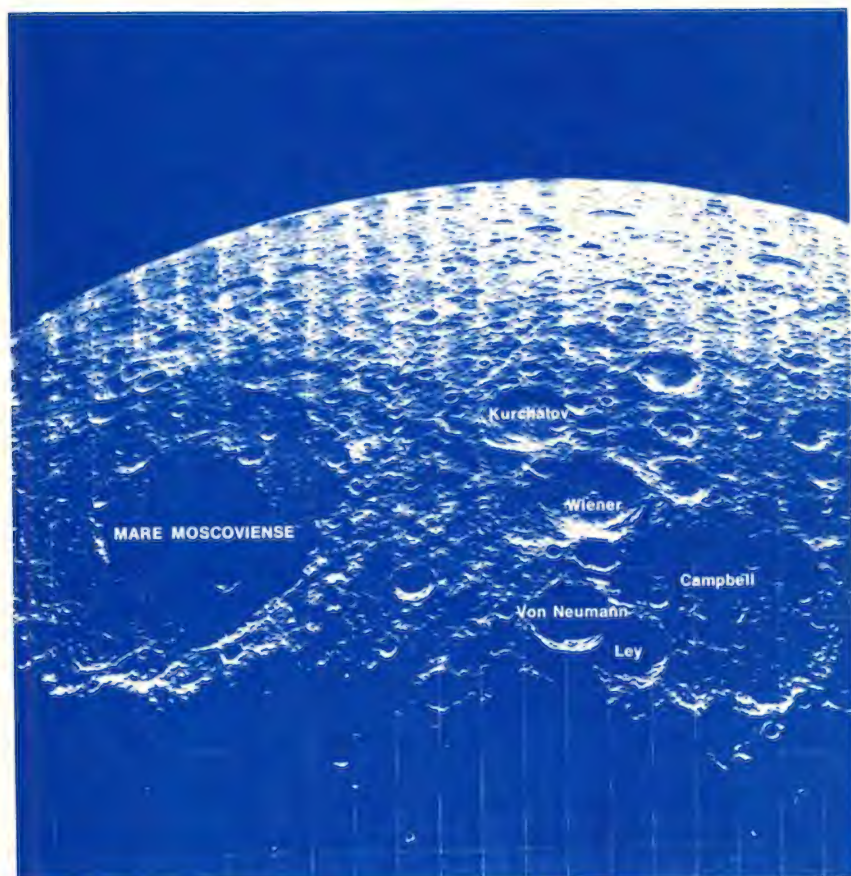
یا دریا‌های ماه شباهت دارند. بطور نمونه یکی از گودهایی که در لبه جنوب باختری نیمکره رو به زمین ماه قرار دارد، گودی است بنام بیلی *Baily* که حدود سیصد کیلومتر قطر دارد. گودهای ماه کلا "مدورند و پاره‌ای از آنها مانند گود نیکوبراهه *Tycho* و گود کوپرنیک *Copernicus* مرکز یک دسته خط‌های شعاعی درخشان هستند که به ویژه هنگام بدر بخوبی از زمین دیده می‌شوند. پیرامون بیشتر گودها را دیواره‌های بلندی که ارتفاعشان نسبت به سطح گود گاه به $3/5$ کیلومتر می‌رسد فرا گرفته و در میان آنها یک قله مرکزی به چشم می‌خورد.

تقریباً "سراسر چهره" ماه را گودهای شهابی *Craters* بیشمار آبله‌گون ساخته، پاره‌ای از این گودها به اندازه‌ای پهناورند که به دشت‌ها



عکس نیمکره رو به زمین ماه
دریاها و گودها و کوههای ماه در این عکس بخوبی دیده می‌شوند. بیشتر این عوارض به گرامیداشت بزرگان دانش‌نامه‌نگاری شده‌اند.

حتی از نیمکره پشت به زمین ماه در این عکس دریای مسکووینس که از جمله عوارض چشمگیر و مشخص نیمکره مزبور است دیده می شود .



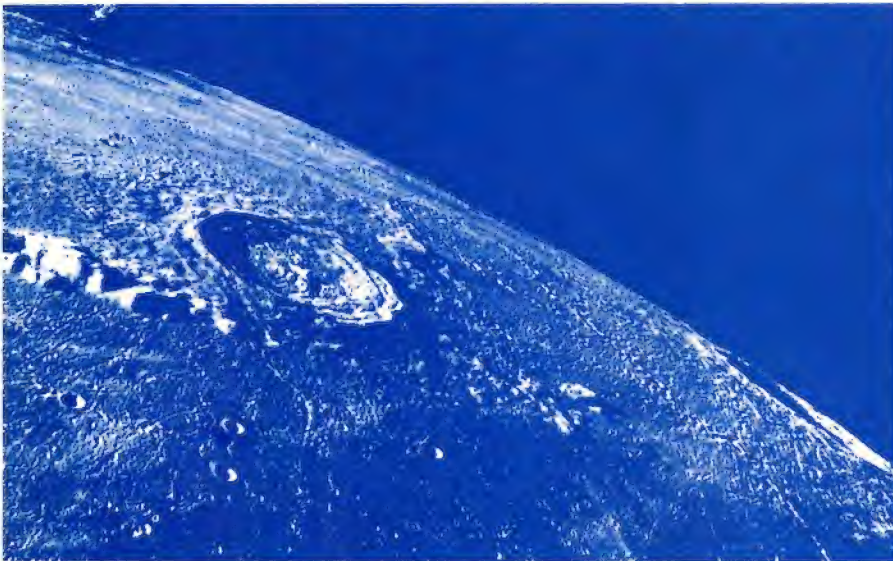
گودکوپرنیک همراه با قله مرکری
و دیواره های آن ، آپولو ۱۷



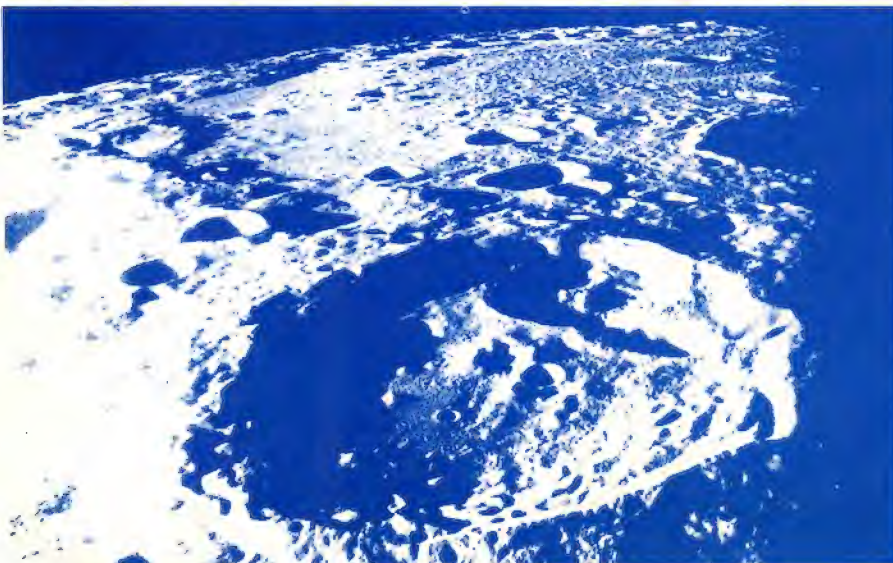
گودوان دوگراف که یوسيله چند
گود کوچکتر آبله‌گون شده.
آپولو ۱۷



گود اراتستن. آپولو ۱۷

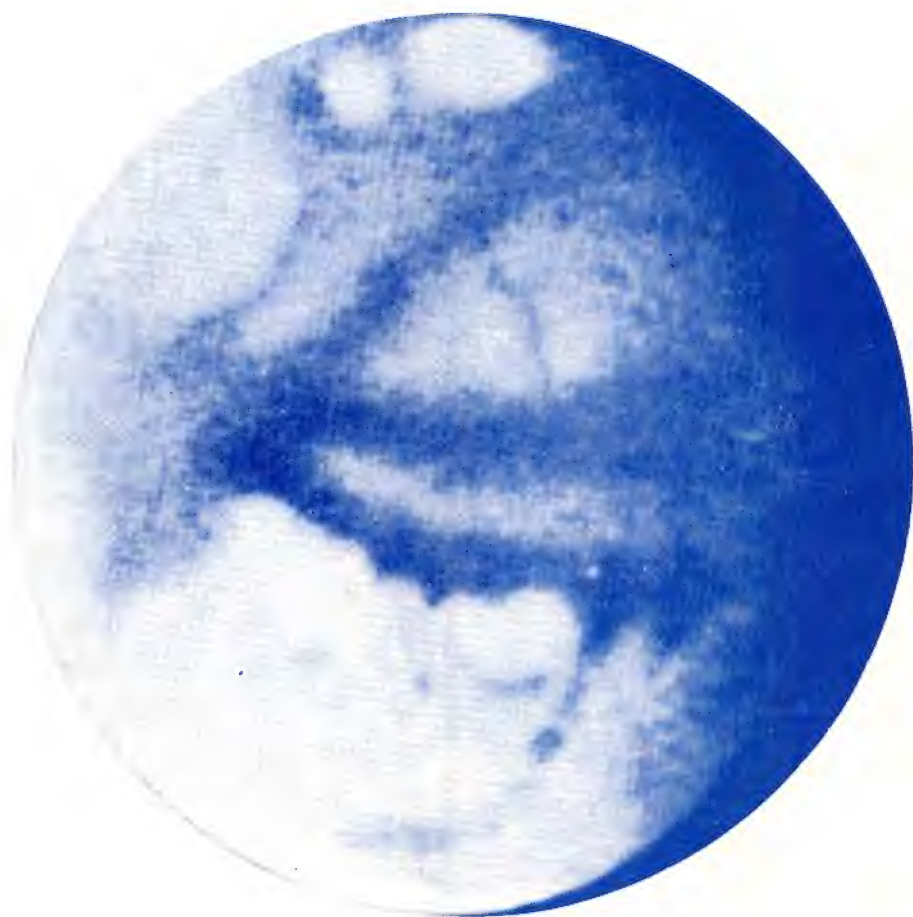


گودهای دایر و کورولف
آپولو ۱۷



بہرام (مریخ)

MARS



تراکم مریخ از زمین کمتر است و با رقمی برابر $3/93$ گرم در سانتی- مترمکعب، کمترین تراکم را در میان سیارات خاکی داراست. (غیر از ماه که تراکم آن اندکی از بهرام کمتر است).
رویه‌مرفته دانشه‌های ما در باره ساختار درونی بهرام محدود است و مشاهدات مستقیم به این پرسش که آیا سیاره مزبور دارای توده مرکزی است یا نه؟ هنوز جوابگو نیست.

نخستین سفینه‌ای که به دیدار بهرام عتافت، نشان داد که مریخ از میدان مغناطیسی ناتوانی برخوردار است. با وجود این که سفینه مارینر ۴ به مناطکره مریخ وارد گردید، اما تشخیص این که میدان مزبور زائیده خود سیاره است و یا بوسیله پادهای خورشیدی القا شده، میسر نگردید. بهر صورت مریخ شناسان بر این گمانند که بهرام دارای یک توده مرکزی آهنین غنی است که از توده مرکزی زمین کوچکتر است و دمای آن بالطبع بایستی از دمای توده مرکزی زمین کمتر باشد.

بهرام از نظر شکل کره کاملی نیست و نیمکره‌های شمالی و جنوبی آن نابرابرند. نیمکره جنوبی مریخ نسبت به سطح مبنای ارتفاعات آن ۱ تا ۳ کیلومتر بلندتر است و گودهای شهابی فراوانی آن را آبله‌گون ساخته است. نیمکره شمالی از ارتفاع بسیار کمتری برخوردار است و همچنین تراکم گودهای شهابی آن نیز کمتر است.

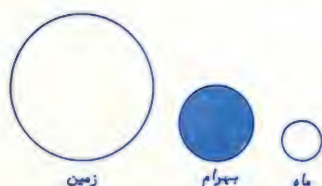
چهره سیاره از فعالیت‌های آذرین قدیمی حکایت می‌کند و آثاری از آتشفشان‌های عظیم در سطح آن مشاهده می‌گردد. کانیون‌های بسیاری در سطح بهرام به چشم می‌خورد و آبراهه‌های فراوانی که از جریان سیل‌های ۳۰۰۰ میلیون تا ۳۵۰۰ میلیون سال پیش حکایت می‌کنند در آن دیده می‌شود و آثاری از آوارها و نهشته‌های رسوبی نیز در سطح مریخ یافت می‌گردد. پوسته بهرام کاملاً از عامل فرسایش متأثر است و بسیاری از گازهای آن هنوز در دل سیاره محبوسند.

چهره بهرام

Surface of the Mars

در سال ۱۹۷۱ مارینر ۹ ارسال تصاویر بسیار خوبی را از سطح بهرام آغاز کرد و نشان داد که عوارض سطح بهرام بسیار گوناگون است. عکس‌های دیگری که در سال ۱۹۷۵ بوسیله مدارپیماهای وایکینگ ارسال گردید، تهیه نقشه سراسری از چهره مریخ را امکان‌پذیر ساخت و کارشناسان را در طبقه‌بندی عوارض بهرام یاری نمود.

کلاً " عوارض سطح مریخ را بشرح زیر می‌توان طبقه‌بندی کرد:
گودهای شهابی، آیکندها و کانیون‌ها، برآمدگی‌ها و ارتفاعات، شکافهای باریک و طویل، پستی‌ها و فرورفتگی‌ها، دره‌های درهم برهم، دخی‌ها و آتشفشانها و بالاخره دشت‌های هموار و فلات‌ها.



اندازه بهرام — مریخ با قطری برابر ۶۷۹۴ کیلومتر، نصف زمین و دو برابر کره ماه است.

ویژگی‌های بهرام

CHARACTERISTICS OF MARS

بهرام چهارمین سیاره منظومه خورشیدی است که در مداری بعد از زمین به گرد خورشید در گردش است. این سیاره دنیای کوچکی است و تا پیش از عصر فضا آن را زمین دوم می‌پنداشتند. بیشتر ستاره‌شناسان بر این باور بودند که جو بهرام به جو زمین شباهت دارد و قطب‌های آن از برف و یخ پوشیده شده و گونه‌ای حیات را در دامان خویش پرورش می‌دهد. سیاره بهرام یکی از جرم‌های درخشان آسمان زمین است و به دلیل سرخی رنگ به ماری یا خدای جنگ نام گرفته است. مدت گردش بهرام ۶۸۷ روز زمینی است و مدار آن در مقایسه با مدار زمین به بیضی نزدیک‌تر است و فاصله آن تا خورشید بین ۲۰۶،۲۰۰،۰۰۰ کیلومتر تا ۲۴۹،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر در نوسان است. فاصله بهرام در نزدیک‌ترین موقعیت خود نسبت به زمین ۵۸،۴۰۰،۰۰۰ کیلومتر است و قطر ظاهری آن به ۲۴ ثانیه قوسی بالغ می‌گردد. (مقابله* این سیاره هر ۷۸۰ روز یک بار روی می‌دهد).
زاویه میل محور چرخش بهرام نسبت به سطح مدار آن ۲۴ درجه است که با میل محور زمین یعنی $23/4^{\circ}$ درجه همانندی فراوان دارد، به همین دلیل سال مریخ نیز مانند زمین از چهار فصل مرکب است. با این تفاوت که یک سال بهرام ۲۳ ماه زمینی به درازا می‌کشد.

در فصل بهار، نیمکره شمالی بهرام رو به خورشید قرار می‌گیرد و سفیدی نواحی قطب شمال آن به مرور برطرف می‌شود و در نواحی معتدله آن لکه‌هایی سیاه پدیدار می‌گردد که به تدریج برپهنه آن افزوده می‌شود. دمای متوسط بهرام در موقعیت پری هلیون ۴۰ درصد بیشتر از دمای آن در موقعیت افلیون است. مدت چرخش بهرام ۲۴ ساعت و ۳۷ دقیقه و ۲۲/۶ ثانیه است که فقط ۴۱ دقیقه از شبانروز زمین طولانی‌تر است. بهرام سیاره سردی است که دمای متوسط سطح آن بین ۱۲۸ تا ۳۱۰ کلوین در تغییر است. دمای گرم‌ترین ساعات نواحی نیمگانی (استوائی) بهرام به ۲۶ درجه سانتیگراد می‌رسد و در سردترین ساعات روز یعنی دقایقی پیش از سر زدن آفتاب تا ۱۱۱- درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد و دمای نواحی قطبی آن در سرتاسر طول سال بتدریج از ۱۲۳- درجه سانتیگراد گرم‌تر می‌شود.

قطر نیمگانی (استوائی) بهرام ۶۷۹۴ کیلومتر و قطر قطبی آن ۶۷۵۹ کیلومتر است و جرم آن فقط ۱۱/۰ جرم زمین می‌باشد. سرعت گریز مریخ ۵ کیلومتر در ثانیه است و به همین مناسبت جو رقیقی را برای خویش ذخیره ساخته است.

برابر ۲۴ ساعت و ۳۷ دقیقه و ۲۲/۶ ثانیه است. از دقت کافی برخوردار است.

جی. دی. کاسینی *G.D. Cassini* ستاره‌شناس ایتالیایی کلاهک‌های سفید بهرام را در سال ۱۶۶۶ کشف کرد و در سال ۱۷۱۹ جی. مارالدی *G. Maraldi* در دنباله بررسی‌های کاسینی، دریافت که کلاهک‌های قطبی بهرام دقیقاً "بر قطب‌های کره مزبور متمرکز نیستند".

ویلیام هرشل *William Herschel* در خلال سال‌های ۱۷۷۷ تا ۱۷۸۳ وجود یخ و برف را در کلاهک‌های قطبی بهرام مسجل دانست و زمان چرخش محوری آن را که با واقعیت بسیار نزدیک بود، محاسبه کرد. هرشل همچنین از چگونگی نور ستارگانی که در پشت مریخ قرار می‌گرفتند به جو رقیق بهرام پی برد و افزون بر آن میزان میل محور بهرام را نیز تعیین کرد و دریافت که راستای شمالی محور چرخش سیاره مزبور از ستاره‌ای بنام ذنب الدجاجة *Deneb* عبور می‌کند.

بیشتر ستاره‌شناسان قدیم برای پندار که لکه‌های سطح مریخ دریاهای سیاره مزبور می‌باشند همدستان بودند و نواحی روشن و نارنجی آن را قاره‌های بهرام می‌پنداشتند.

در سال ۱۸۶۰، لیاپیس *E. Liais* ستاره‌شناس فرانسوی نظریه‌ای مبنی بر اینکه لکه‌های سیاره مریخ بستر اقیانوس‌های پیشینی هستند که از انبوه روئیدنی‌ها پر گردیده، ارائه نمود که تا ۲۰ سال پیش همچنان به قوت خویش باقی بود.

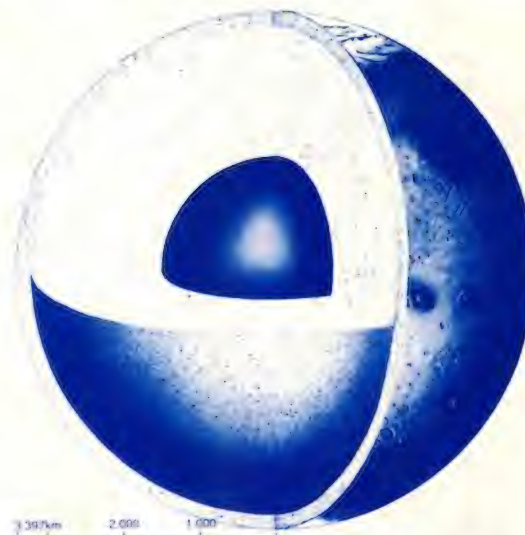
وجود پدیده‌ای بنام ابرهای بهرام ضمن نقش برداری از سیاره مزبور محقق گردید و برخی از مریخ‌شناسان را بر این گمان داشت تا آنها را گونه‌ای تندبادهای غبارین انگارند.

کانال‌های بهرام

The Canals

جی. وی. شیارلی *G.V. Schiaparelli* ستاره‌شناس اهل میلان، به کمک تلسکوپ‌های نسبتاً پیشرفته، نقشه جدیدی از مریخ تهیه کرد و خطوط ظریف و مستقیمی را که از میان دشت‌ها و کویرهای بهرام می‌گذشتند، کانال‌های آبیاری مریخیان پنداشت و اظهار نظر کرد که مردمان هوشمند بهرام، سیاره خویش بوسیله شبکه‌ای از کانال‌های مصنوعی که آب را از نواحی قطبی به مناطق خشک و گرم، یعنی محل سکونت ساکنان خیالی مریخ حمل می‌کنند، آبیاری می‌نمایند.

در سال ۱۸۸۶ وجود کانال‌های بهرام بوسیله دوتن ستاره‌شناس دیگر بنام پروتین *Perrotin* و ثولون *Thollon* که از منعکس کننده‌های بزرگی برای دیدار بهرام استفاده کرده بودند، تأیید گردید و بعد از آنها



درون بهرام - کارشناسان بر این پندارند که بهرام دارای یک هسته مرکزی است که گرداگرد آن را سنگره ستیری فرا گرفته و سراسر سطح آن را پوسته نسبتاً ضخیمی پوشانیده است.

شنانامه بهرام

Physical Data

قطر نیمگانی یا استوائی	۶,۷۹۴	کیلومتر
پختی یا فشردگی قطبین	۰/۰۰۵۹	
جرم	$۶/۴۱۹۱ \times ۱۰^{۲۲}$	کیلوگرم
حجم در مقایسه با زمین برابر	۰/۱۵	
تراکم در مقایسه با آب برابر	۳/۹۳	
ثقل سطحی در مقایسه با زمین برابر	۰/۳۷۹	
سرعت گریز	۵/۰۲	کیلومتر در ثانیه
مدت چرخش	۲۴/۶۲۲۹	ساعت
تمایل محور نسبت به سطح مدار گردش	۲۳/۹۸	درجه
سبت بازتاب	۰/۱۶	

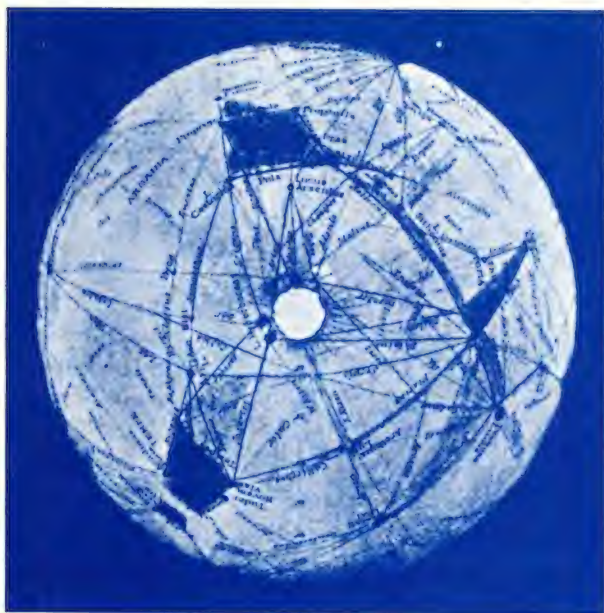
تاریخچه شناخت تلسکوپ بهرام

OBSERVATIONAL BACKGROUND

گالیله نخستین کسی است که در سال ۱۶۱۰ با تلسکوپ به دیدار بهرام رفت و دریافت که مریخ نیز از صوری کمابیش همانند ماه برخوردار است. اولین تصویر ارزشمند بهرام بوسیله کریستین هویگنس *Christian Huygens* در سال ۱۶۵۹ تهیه گردید. وی همچنین به چرخش ۲۴ ساعته یا روز بهرام پی برد که در مقایسه با مدت دقیق آن که



مریخ از دید شیارلی - شیارلی نخستین ستاره‌شناسی است که در سال ۱۸۷۷ عوارضی را در سطح بهرام به نام کانالهای مریخ گزارش داده است.



بهرام از دید لوول - در سال ۱۸۹۵ لوول ستاره‌شناس نامدار، خطوطی را که شبکه‌های آبیاری مریخ می‌پنداشت در سطح بهرام مشاهده نمود و نشان داد که کانالهای مزبور از قطب‌ها شروع گردیده و به سوی نواحی نیمگانی و خشک بهرام گسترش یافته‌اند.

می‌گردد و گرد و غبار قرمز رنگی که در هوا معلق است رنگی صورتی به آسمان مریخ می‌بخشد.

جوبهرام

ATMOSPHERE

بطور کلی جو بهرام در مقایسه با جو زمین از پیچیدگی بسیار کمتری برخوردار است، زیرا در مریخ اقیانوسی وجود ندارد تا روی دما و رطوبت اثر گذارد و افزون بر آن جو بهرام لایه‌ای است بسیار نازک‌تر و رقیق‌تر از جو زمین، به همین مناسبت به زودی گرم می‌شود و به سرعت دمای خود را از دست می‌دهد.

ساز جو مریخ کمتر از $\frac{1}{100}$ فشار جو زمین است و با فشار جو در ارتفاع سی هزار متری سطح زمین برابری می‌کند. بدیهی است چنین فشاری به از دست رفتن تعادل و ایستائی مایعات کمک می‌کند و با جابجائی سطحی مواد، گرد و غبار شدیدی را در جو پیرامون بهرام پراکنده می‌سازد.

ترکیبات جو بهرام

Composition of the Atmosphere

۹۵ درصد جو بهرام را دی اکسید کربن فرا گرفته است، ۲ درصد را نیتروژن و بین ۱ تا ۲ درصد دیگر را هم آرگون اشغال نموده و بقیه به مقدار

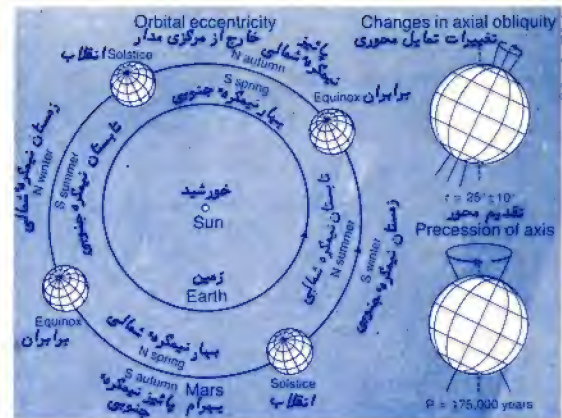
نیز وجود کانال‌های مریخ تا مدت‌ها به گفتگو و مباحث ستاره‌شناسان گرمی بخشید و پرسی وال لوول Percival Lowell بنیانگذار رصدخانه معروف ایالت اریزونا Arizona را نیز به مطالعه مریخ تشویق نمود. وی به کمک یک منعکس کننده ۶۱ سانتیمتری به دیدار بهرام شناخت و کتابهای چندی در تائید و چگونگی شبکه کانال‌های بهرام به رشته تحریر درآورد.

همزمان ستاره‌شناسان دیگری که آنها نیز از دستگاههای مشابهی استفاده کرده بودند وجود کانال‌های مریخ را انکار نمودند و آنها را زائیده خطای دید انگاشتند، این مسئله تا زمان مسافرت سفینه‌های مارینر همچنان در بوته ابهام و تردید باقی بود تا اینکه سطح سیاره مزبور به یاری چشم‌های تلویزیونی مارینر در برابر دیدگان زمینی قرار گرفت و به بحث کانال‌های بهرام برای همیشه پایان داده شد و رسماً اعلام گردید که کانال‌های بهرام چیزی جز خطای کجمنائی Aberration عدسی تلسکوپ‌ها نبوده و چنین عوارضی اصلاً در سطح بهرام وجود ندارند.

تا چندی پیش، تغییرات دوره‌ای لکه‌های تاریک بهرام را به گونه‌ای اندامهای زیستی وابسته می‌دانستند و تا زمانی که سفر مارینر ۴ با موفقیت انجام یافت، این پندار کمابیش به قوت خود باقی بود. مارینر ۴ در سال ۱۹۶۵ از فاصله ده هزار کیلومتری سطح بهرام عبور کرد و پیام‌های شگرفی به زمین مخابره نمود و روشن ساخت که مریخ از جو رقیقی که فشار آن از ده میلی بار بیشتر نیست برخوردار است و گاز دی اکسید کربن عنصر عمده آن را تشکیل می‌دهد. مارینر ۴ همچنین مشخص ساخت که لکه‌های سیاره مریخ از نسبت کم بازتاب پاره‌ای مناطق که گاه گودال و گاه فلاتهای بلندی هستند، حاصل می‌گردد.

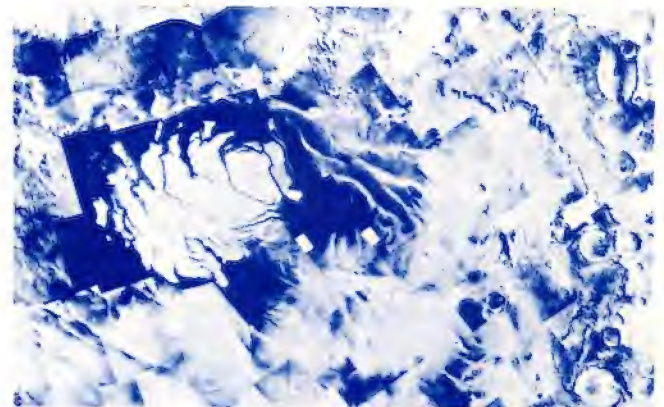
پوسته بهرام نیز همانند بسیاری از سیارات و اقمار خاکی از مباران‌های شهابی در امان نمانده و کمابیش آبله‌گون گردیده است. در سال ۱۹۶۹ سفینه‌های آمریکائی مارینر ۶ و ۷ از کنار مریخ گذشتند و عکس‌های بسیار روشن و واضحی از سطح آن به زمین مخابره نمودند. در سال ۱۹۷۱ مارینر ۹ در مدار نزدیکی به دور بهرام به گردش درآمد و طی کاوش‌هایی که تا سال ۱۹۷۲ ادامه داشت، هزاران تصویر زیبا و روشن به زمین ارسال نمود. مارینر ۹ طی این کاوش‌ها آتشفشان‌های بلند و دره‌های ژرف و بستر رودخانه‌ها و مسیل‌های فراوانی را کشف نمود و برای نخستین بار از سراسر کره بهرام به دقت کافی نقشه‌برداری کرد.

نخستین سفینه از نوع وایکینگ مدارپیما Viking Orbiter در سال ۱۹۷۵ به مریخ روانه گردید و در ژوئن و اوت سال ۱۹۷۶ به حوالی بهرام رسید و در فاصله کوتاهی به دور سیاره مزبور به گردش پرداخت و پس از نقشه‌برداری از فرودگاههای مناسب، آرام نشین خویش را در ۲۰ ژوئیه همان سال در نقطه‌ای به طول ۴۷/۵ درجه باختری و عرض ۲۲/۴ درجه شمالی فرو نشانید. آرام نشین وایکینگ ۲ نیز در سپتامبر همان سال در نقطه‌ای از دشت اتوپیا Utopia به طول ۲۲۶ درجه و عرض ۴۸ درجه شمالی بر سطح بهرام فرو نشست و دستگاه لرزه‌نگار آن با موفقیت آغاز به کار کرد و آشکار گردید که لرزه‌های بهرام بسیار خفیف بوده و بندرت روی می‌دهند. بررسی‌های زمین‌شناسی نشان می‌داد که محل فرود آرام نشین - های مزبور از همانندی فراوانی از نظر ساختار برخوردار بوده و رنگ اراضی آنها به قرمز متمایل است و آثاری از بستر رودخانه‌های قدیمی در آن مشاهده



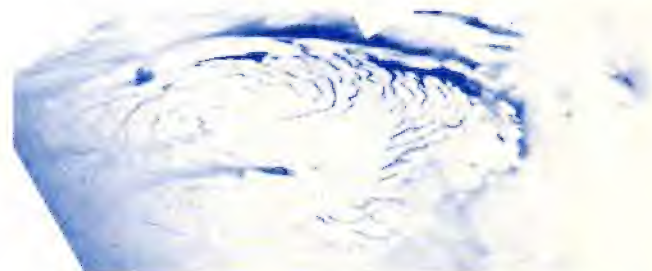
تغییرات اقلیمی

سال مریخ تقریباً دو برابر سال زمینی به درازا می‌گردد و تمایل محور آن که به تمایل محور زمین بسیار شبیه است فصلهای چهارگانه سال را همانند زمین موجب می‌گردد. خارج از مرکزی مدار بهرام باعث می‌شود که سرعت سیاره مزبور متناسب با دوری و یا نزدیکی آن به خورشید متفاوت باشد و در طول فصل‌ها اثر گذارد، به همین جهت پائیز نیمکره شمالی ۱۴۲ روز مریخی به درازا می‌گردد و زمستان آن ۱۵۶ روز به طول می‌انجامد، بهار ۱۹۴ روز و تابستان آن نیز ۱۷۷ روز به درازا می‌گردد. برعکس، تابستان نیمکره جنوبی به درازای زمستان نیمکره شمالی و زمستان آن نیز برعکس تابستان نیمکره شمالی است و فصل‌های بهار و پائیز هم عکس یکدیگرند.



قطب جنوب مریخ

در این عکس که از موزائیک (کناره هم چینی) عکس‌های فضائی تهیه گردیده، کلاهک یخی دی‌اکسید کربن نیمکره جنوبی را در فصل تابستان نشان می‌دهد. در سمت راست کلاهک پهنه وسیعی به قطر حدود ۸۰۰ کیلومتر دیده می‌شود که احتمالاً "یادگاری از یک‌گود شهابی عظیم است که به وسیله یخنه‌ست‌های کلاهک مزبور انباشته شده و نسبتاً هموار گردیده است.



قطب شمال بهرام

کلاهک یخی قطب شمال بهرام برخلاف قطب جنوب از یخ آب تشکیل یافته است. چگونگی ماریچ بودن کلاهک مزبور را شاید بتوان در فرسایش حاصل از بادهای شعاعی و فرارفت آب و دی‌اکسید کربن جستجو کرد و رنگ کدر و تیره آن را به نشست غبارهای جوی بر روی یخ مربوط دانست.

کمی بخار آب، مونواکسید کربن و اکسیژن و اوزون اختصاص یافته است. گازهای جو بهرام همانند زمین از رها شدن گازهای درونی که عامل اصلی آن آتشفشانی است، تولید گردیده‌اند.

وجود کلاهک‌های سفید قطبی نشانه‌ای از موجودیت بخار آب در جو سیاره مزبور است. پژوهش‌های بعمل آمده، نشان می‌دهد که کلاهک قطب شمال از یخ آب و کلاهک قطب جنوب از یخ دی‌اکسید کربن تشکیل یافته است. چگونگی این اختلاف هنوز به درستی روشن نیست، شاید توفان‌های غبار آلود یا دیوباد Dust Storm های مریخ که در نیمکره جنوبی تولید می‌گردند و به سوی نیمکره شمالی روان می‌شوند، پدید آورنده این وضعیت باشند. جو مریخ برخلاف زمین فاقد لایه محافظ اوزون است و در نتیجه سطح آن در برابر تشعشعات فرا بنفش خورشیدی بی‌پناه مانده و اکسیداسیون مواد سطحی را باعث گردیده است.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که جو بهرام در گذشته دور بسیار انبوه‌تر و متراکم‌تر از جو امروزی بوده و فشار آن با فشار جو زمین برابری می‌کرده است. وجود گازهایی چون کریپتون، آرگون و نیتروژن مؤید این گمان بوده و همچنین خشک‌رودها و سیل‌های موجود در سطح سیاره وجود آب‌های سطحی را یادآور می‌گردند.

بطور خلاصه ترکیبات جو بهرام بشرح زیر است:

دی‌اکسید کربن	۹۵/۳۲ درصد حجم
نیتروژن	۲/۷ درصد حجم
آرگون	۱/۶ درصد حجم
اکسیژن	۰/۱۳ درصد حجم
مونواکسید کربن	۰/۰۷ درصد حجم
بخار آب	۰/۰۳ درصد حجم
نئون	۲/۵ در میلیون حجم
کریپتون	۰/۳ در میلیون حجم
زنون	۰/۰۸ در میلیون حجم
اوزون	۰/۰۳ در میلیون حجم

آب و هوای بهرام

CLIMATE

آب و هوای بهرام تحت تأثیر عوامل مختلف مانند رقت بسیار زیاد جو و بی‌پناهی آن در برابر تشعشعات خورشیدی شدت متفاوت است. دیوبادها یا توفان‌های غبارین که به ویژه در موقعیت پیری هلیون سیاره شدت می‌یابند، تعادل حرارتی کره مزبور را شدیداً مختل ساخته و ثبات جوی آن را از میان می‌برند.

در زمستان، اختلاف دما میان نواحی نیمگانی (استوائی) و قطبی به پیدایش بادهای غرب‌وزان Westerlies می‌انجامد و در تابستان،

پست انباشته می‌شود. مه در بهرام دو گونه است، مه آبی و مه حاصله از تبخیر یخ دی اکسید کربن.

هنگام زمستان در ارتفاعات زیاد و همچنین نواحی قطبی دما به اندازه‌ای کاهش می‌یابد که باعث تکاثف دی اکسید کربن می‌گردد و ابرهایی از یخ خشک تولید می‌نماید و توفان برف و یخ همه‌جا را فرا می‌گیرد.

دیوباد یا توفان غبارین

Dust Storms

دیوباد که گاه سراسر مریخ را فرا می‌گیرد یکی از پدیده‌های بسیار شگفت بهرام است. مدارپیماهای وایکینگ در مأموریت‌های خویش ۳۵ دیوباد را که دوتای آنها سراسری بوده‌اند، در طول سال ۱۹۷۷ ثبت نموده‌اند. میزان خورتابگیری *Insolation* بهرام را که در موقعیت پری-هلیون سیاره به چهل درصد افزایش می‌یابد، با قید احتیاط می‌توان یکی از عوامل زایای دیوبادهای مریخ بشمار آورد و نقش کلاهک‌های قطبی را هم در تولید این پدیده عجیب نباید فراموش کرد.



ابرهای سیروس که کاملاً به ابرهای زمینی شباهت دارد، در زمستان‌های بهرام تولید می‌گردند.

پاره‌ای عوارض جوی بهرام شباهت فراوانی به عوارض جوی زمین دارند. این تصویر چرخه *Cyclone* ای را در آسمان مریخ نشان می‌دهد.



سطح مریخ

SURFACE FEATURES

نیمکره‌های شمالی و جنوبی بهرام در حقیقت شباهتی باهم ندارند. نیمکره جنوبی از چند دشت پهناور و هموار مانند: دشت هلاس *Hellas* که قطر آن به ۱۸۰۰ کیلومتر می‌رسد، تشکیل یافته و سطح آن از گودهای شیبایی آبله‌گون است. ارتفاع دشت هلاس که پست‌ترین بیابان‌های بهرام است به ۳ کیلومتر زیر سطح مبنای ارتفاعات مریخ می‌رسد و تا پیش از سفر مارینر به‌فلانی پوشیده از برف تعبیر می‌گردید. در نیمکره مزبور علاوه بر عوارض بالا کافت‌های بسیار و آبراهه‌های نسبتاً بزرگی به چشم می‌خورد. اما وضع در نیمکره شمالی دگرگون است و فقط بخشی از آن بوسیله گودهای شیبایی داغدار شده و بقیه را دشت‌های پهناوری چون دشت اتوپیا *Utopia* فرا گرفته است.

عوارض موجود در نیمکره جنوبی از لحاظ سنی کهن‌تر و پیرتر از عوارض نیمکره شمالی است و حدود ۴۰۰۰ میلیون سال از پیدایش آنها می‌گذرد. در سطح بهرام آتشفشان‌های عظیمی وجود دارد که پاره‌ای از آنها از جمله بزرگترین آتشفشان‌های خانواده خورشیدی می‌باشند. بزرگترین آتشفشان مریخ کوه المپوس *Olympus* نام دارد که در ۲۰ درجه عرض شمالی واقع شده و ارتفاع آن به ۲۵ کیلومتر بالغ می‌گردد و حجم آن به ۵۰ تا ۱۰۰ برابر حجم آتشفشان مائونالوا که بزرگترین آتشفشان زمین است، می‌رسد.

بزرگترین کافت یا دره‌های بهرام بنام کانیون مارینریس *Marineris*

گاهی دیوبادهای سراسری بهرام به اندازه‌ای شدید هستند که حتی از زمین نیز دیده می‌شوند. این عکسها که به وسیله رصدخانه لوول در اریزونا برداشته شده، دیوباد زرد رنگ سال ۱۹۷۱ بهرام را نشان می‌دهند. عکس سمت چپ سیاره مریخ را پیش از وقوع دیوباد و عکس سمت راست سطح سیاره مزبور را در حالی که در زیر انبوهی از غبار پوشیده شده نمایش می‌دهند.



این تصویر که عکس‌های آن به وسیله مدارپیماهای وایکینگ به زمین محاطه شده، دیوبادی را نشان می‌دهد که پس از انقلاب تابستانی تولید گردیده است.

پدیده‌ای بنام بادهای شرق‌وزان *Eastrelies* را موجب می‌گردد. ابر و مه نیز از پدیده‌های طبیعی مریخ بشمار می‌آیند. با تابش خورشید بر سطوح یخ بسته صبحگاهی مه تولید می‌گردد و همانند زمین در نواحی



این چشم‌انداز که از فرودگاه آرام‌نشین وایکینگ ۱ عکسبرداری شده، دشت کویرگونه‌ای را نشان می‌دهد که از خرده‌سنگ‌های بسیار پوشیده شده و تپه‌های شنی آن بر وجود و نقش باد گواهی می‌دهند.

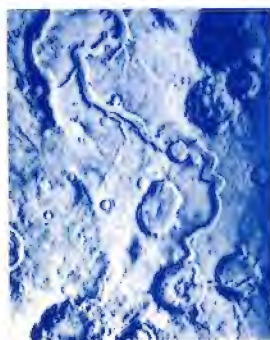
آرام‌نشین وایکینگ ۱ مورد آزمایش قرار گرفته است. ولی با تمام تلاشی که تاکنون بعمل آمده، تا این زمان هنوز هیچگونه نشانه‌ای از حیات در سیاره مزبور یافت نگردیده است. اینکه آیا بهرام از آغاز دنیائی سترون و فاقد حیات بوده یا اینکه حیات بعدها از آن رخت بریسته است، خود مسئله‌ای است جدا که آینده پاسخگوی آن خواهد بود.

وجود عوارضی چون خشک‌رودها و مسیل‌ها، گویای آن است که شرایط اقلیمی مریخ در گذشته بسیار مطلوب‌تر از شرایط امروزی بوده و احتمالاً عواملی چون خروج از مرکز مدار و تمایل محور چرخش بهرام که طی ادوار گذشته بین ۱۴ تا ۳۵ درجه در تغییر بوده است، می‌توانند بعنوان پاسخگوی دگرگونی‌های جوی بهرام تلقی گردند.

گودهای مریخ

CRATERS

در سطح بهرام گودهای فراوانی چه شهابی و چه آتشفشانی یافت می‌گردد. گودهای شهابی از نظر اندازه متفاوتند و از یک حفره کوچک تا یک حلقه بزرگ که قطر آن گاه به ۲۰۰ کیلومتر می‌رسد، در تغییرند. گودهای مریخ که غالباً تحت تأثیر بادفرسائی قرار گرفته‌اند، همانند گودهای ماه تقریباً مدورند و در وسط آنها یک قله مرکزی جای گرفته است.



کافت عظیمی که در این عکس دیده می‌شود، دارای طولی برابر ۱۹۰ کیلومتر است. این کافت دارای دیواره‌های قائم بوده و بستر آن پهن و هموار است.

است که طول آن به ۴۰۰۰ کیلومتر می‌رسد و کانیون نوکنیس لایبرینتوس *Noctis Labyrinthus* نیز که شبکه بسیار پیچیده‌ای است پهنه‌ای را به وسعت ۱۲۰ هزار کیلومتر مربع اشغال نموده است.

آزمایش نمونه‌های گردآوری شده به وسیله آرام‌نشین‌های وایکینگ که به زمین مخابره گردیده، نشان می‌دهد که سنگ‌های سطح بهرام دارای متشابه آذرین هستند و کلاً از عناصری چون آهن ۱۸ درصد، سیلیکون ۴۵ درصد تشکیل یافته و عناصر دیگری مانند منیزیوم، گوگرد، آلومینیوم و پتاسیم در ساختمان آنها شرکت دارند.

افزون بر کافت‌ها و کانیون‌های مزبور، عوارض دیگری که بی‌شباهت به خشک‌رودها و مسیل‌های زمینی نیستند در سطح مریخ وجود دارد که سرچشمه پاره‌ای از آنها در قتل‌آتش‌فشان‌های عظیم جای گرفته است. بدیهی است چنانچه پیدایش خشک‌رودهای مزبور را ناشی از جریان آب بدانیم، باید بپذیریم که جو بهرام در روزگاران گذشته متراکم‌تر و انبوه‌تر از جو امروزی بوده و طبعاً سیلابهایی در سطح آن جریان داشته است.

کلاهک‌های قطبی

Polar Caps

شکل کلاهک‌های قطبی بهرام متناسب با تغییر فصل فرق می‌کند، بطوری که در زمستان‌ها به حداکثر وسعت خود می‌رسند و در تابستان‌ها تحلیل رفته و کوچک می‌شوند. با وجودی که تابستان نیمکره جنوبی کوتاه‌تر از تابستان نیمکره شمالی است، مع الوصف از تابستان نیمکره شمالی گرم‌تر است و برعکس زمستان آن نیز متقابلاً طولانی‌تر و سردتر می‌باشد و به همین دلیل وسعت کلاهک یخی قطب جنوب وسیع‌تر از کلاهک یخی قطب شمال است. علاوه بر آن کلاهک قطب شمال از یخ آب است و کلاهک قطب جنوب ترکیبی است از یخ آب و یخ دی اکسید کربن.

علاوه بر کلاهک‌های یخی، نشانه‌هایی از آب و رطوبت در سایر جاهای بهرام یافت می‌گردد که تاحدی به زیر زمین راه یافته و پس از انجماد مخازن یخ زیرزمینی مریخ را تولید کرده‌اند.

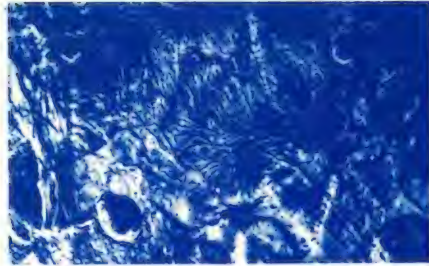
در جستجوی حیات

The Search for Life

یکی از مهمترین مأموریت‌های مهم آرام‌نشین‌های وایکینگ، پژوهش و ردیابی آثار حیات در بهرام بوده است. برای این منظور نمونه‌هایی از خاک مریخ به کمک پنجه‌های مکانیکی برداشته شده و در آزمایشگاه خودکار

قمرهای بهرام

SATELLITES



از این گونه عوارض که به جویبارهای شجری زمین شابهت دارند، در سطح بهرام فراوان یافت می‌شود. عقل این‌طور حکم می‌کند که عوارض مزبور بایستی دارای منشاء سیلابی بوده و بر وجود آب‌های جاری حکایت نمایند.

بهرام دارای دو قمر است که هردوی آنها در سال ۱۸۷۷ بوسیله آساف هال Asaph Hall آمریکائی کشف گردید. وی برای قمرهای مزبور نام‌های فوبوس Phobos به معنی ترس و دیמוש Deimos به معنی وحشت را انتخاب کرد که هردو از همراهان خدای اساطیری جنگ یا مارس (مریخ) هستند. قمرهای بهرام خیلی کوچکند و با تلسکوپ‌های زمینی به صورت نقطه‌های نورانی بسیار کوچکی دیده می‌شوند.

قمرهای مریخ به سیاره مادر بسیار نزدیکند. بطوری که قمر درونی یا فوبوس روی مداری دایره‌ای شکل به فاصله ۹۲۷۰ کیلومتر از مرکز بهرام به دور سیاره مزبور می‌گردد و نسبت به سیاره مادر نزدیک‌ترین قمر در خانواده خورشیدی محسوب می‌شود. نزدیک‌بودن قمر مزبور به بهرام و نیروی جاذبه سیاره مادر، حرکت انتقالی سریعی را که یک دور کامل آن ۷ ساعت و ۳۹ دقیقه و ۲۷ ثانیه به درازا می‌کشد، به فوبوس تحمیل می‌کند. سرعت و نزدیکی فوبوس در حلقه اول این پندار را مطرح می‌سازد که مدار قمر مزبور به‌صورت مارپیچ رو به سوی سیاره مادر به مرور نزدیک گردیده و سرانجام روزگاری که شاید صد میلیون سال دیگر باشد به سطح بهرام سقوط خواهد نمود. البته تأیید یا رد این پندار را بایستی به بررسی‌های بیشتر موکول کرد.

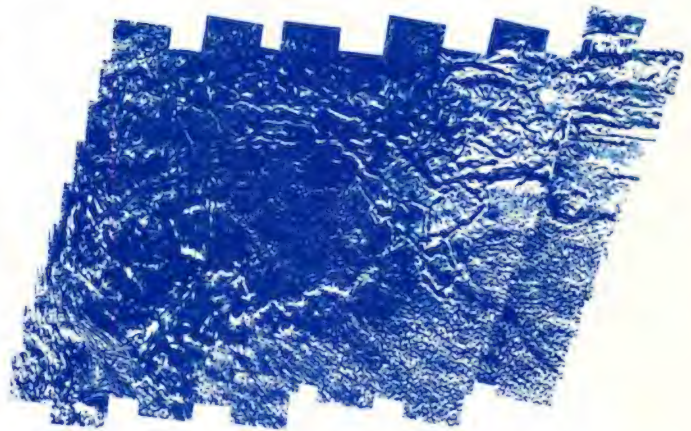
قمر دوم که دیמוש نام دارد در مداری به فاصله ۲۳۰۴۰۰ کیلومتر از مرکز مریخ به دور سیاره مادر گردش می‌کند و مدت گردش این قمر یک روز و ۶ ساعت و ۲۱ دقیقه و ۱۶ ثانیه است.

هر دو قمر از نظر چرخش و گردش همزمان هستند (یعنی در هر بار گردش یک بار نیز حول محور خویش می‌چرخند).

فوبوس به اندازه‌ای کوچک است که از دیدگاه بهرام تقریباً "هم اندازه ناهید در آسمان زمین به چشم می‌آید و در طول یک سال بهرام، ۱۳۰۰ بار از برابر خورشید عبور می‌کند، مع الوصف اندازه آن به قدری کوچک است که هیچگاه خورگرفت کامل را موجب نمی‌گردد و برای عبور از یک لبه به لبه دیگر قرص خورشید فقط به ۱۹ ثانیه زمانی نیازمند است.

دیמוש نیز که از خاور طلوع می‌کند و در فاصله دورتری به گرد مریخ می‌گردد، خود به قدری کوچک است که از دیدگاه مریخ بیش از بهرام یا شعرای یمانی از دیدگاه زمینی به چشم نمی‌آید. این قمر در طول یک سال مریخ ۱۳۰ بار از برابر خورشید می‌گذرد و هر بار عبور آن فقط یک دقیقه و ۴۸ ثانیه به درازا می‌کشد.

قمرهای فوبوس و دیמוש تقریباً "بیضی" بوده و ابعاد آنها به ترتیب



کانیون‌هایی که در این عکس دیده می‌شوند، از حمله شگفت‌انگیزترین و عظیم‌ترین شبکه کانیون‌های مریخ‌اند. چگونگی پیدایش کانیون‌های مزبور را احتمالاً باید در اساطیر پسته بهرام جستجو کرد. تپه‌های شنی قسمت بائین عکس، از وجود یاد و اهمیت نقش آن در سطح بهرام حکایت می‌کند.

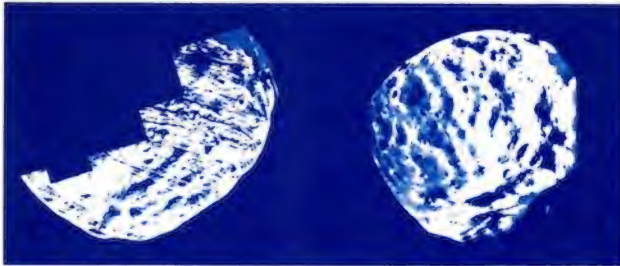
آتشفشان‌های بهرام

Volcanoes

یکی از چشمگیرترین عوارض پسته مریخ سهرای عظیم آتشفشانی هستند که پیرامونشان را تا شعاع بزرگی گدازه‌های آتشفشانی فراگرفته‌است. قطر پاره‌ای از آتشفشان‌های بهرام به حدود ۶۰۰ کیلومتر می‌رسد و قطر گستره گدازه‌های آن گاه به ۱۶۰۰ کیلومتر بالغ می‌گردد.



آتشفشانی که در این عکس دیده می‌شود، کوه المیوس نام دارد که نسبت به اراضی اطراف خود ۲۲ کیلومتر ارتفاع دارد. قطر این کوه که عظیم‌ترین آتشفشان مریخ است حدود ۵۵۰ کیلومتر می‌باشد و گدازه‌های آن تا صدها کیلومتر پیرامون آن را در بر گرفته است.



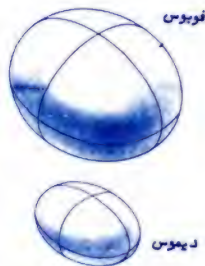
فوبوس - عکس سمت چپ که از فاصله ۳۰۰ کیلومتری فوبوس گرفته شده، شاره‌ها و خطوط شکست بخشی از چهرهٔ قمر مزبور را نشان می‌دهد. تصویر سمت راست که از فاصله ۴۸۰ کیلومتری فوبوس گرفته شده گودهای شهابی قمر مزبور را نمایش می‌دهد.



دیموس - عکس که از فاصله ۵۰۰ کیلومتری گرفته شده، سطح نسبتاً هموار دیموس را نشان می‌دهد.



مدار قمرهای مریخ - در این شکل مدار قمرهای فوبوس و دیموس و نسبت فاصله آنها از سیاره مادر مشخص گردیده است.



شکل و اندازه قمرهای بهرام - شکل‌های بالا اندازه نسبی قمرهای مریخ را مشخص می‌سازد. به طوری که دیده می‌شود هر دو قمر بیضی هستند و بیشتر به سیارگان شابهت دارند.

۲۸×۲۳×۲۰ کیلومتر برای فوبوس و ۱۶×۱۲×۱۰ کیلومتر برای دیموس می‌باشد.

برای بررسی هرچه بهتر اقمار مزبور، وایکینگ ۱ از ۸۸ کیلومتری فوبوس و وایکینگ ۲ از ۲۸ کیلومتری دیموس عبور داده شدند. سرعت‌گریز قمرهای بهرام بسیار کم است، بطوری‌که برای فوبوس از ۱۵ متر در ثانیه و برای دیموس از ۱۰ متر در ثانیه تجاوز نمی‌کند. هر دو قمر فاقد نورند و نسبت بازتاب آنها به ترتیب ۵ و ۷ درصد می‌باشد. تراکم اقمار مزبور بسیار کم و حدود ۲ گرم در سانتی‌مترمکعب است.

اصل و منشأ این اقمار هنوز به درستی روشن نیست و به بررسی‌های بیشتری نیازمند است. غالب ستاره‌شناسان معتقدند که هم فوبوس و هم دیموس از یک منشأ اند و روزگاری هر دو در کمربند سیارگان جای داشته‌اند. سطح فوبوس از گودهای شهابی آبله‌گون است و شباهت فراوانی به ارتفاعات کرهٔ ماه دارد. بزرگترین گود این قمر که استیکنی نام دارد و به یادبود همسر آساف هال یعنی Nee Stickney نامگذاری شده، ۱۰ کیلومتر قطر دارد که در مقایسه با قطر قمر حفرة عظیمی محسوب می‌شود. علاوه بر گودهای مزبور در چهرهٔ فوبوس خطوط و شیارهایی به چشم می‌خورد که عرض پاره‌ای از آنها به ۵۰۰ متر می‌رسد. چگونگی پیدایش خطوط مزبور را بایستی در شکست‌ها و انقباض‌های ناشی از نیروی جاذبه سیاره مادر جستجو کرد.

اما چهرهٔ دیموس تقریباً با فوبوس فرق می‌کند. در این قمر گودی بزرگتر از قطر ۳ کیلومتر وجود ندارد و از سوی دیگر چون فاصله آن از مریخ بیشتر از فوبوس است، از این رو تا اندازه زیادی از اثرات جاذبه سیاره مادر در امان مانده و خطوط شکست در آن ظاهر نگردیده است.

سطح قمرهای فوبوس و دیموس از لایه نازکی به قطر حدود یک میلی‌متر از غبارهای فضائی پوشیده شده که احتمالاً از ریزش خردیزه‌های فضائی پدید آمده‌اند.

یکی از ویژگی‌های دیموس آن است که سنبرای غبار لایه آن ضخیم‌تر از فوبوس بوده و تقریباً غالب گودهای شهابی را پر کرده است.

Physical Data of the Satellites

دیموس	فوبوس
۲۳۰۴۰۰ کیلومتر	۹۰۲۷۰ کیلومتر
۱/۲۶۲۴ روز	۵/۳۱۸۹ روز
۱ روز و ۶ ساعت و ۲۱ دقیقه و ۱۵/۷ ثانیه	۷ ساعت و ۳۹ دقیقه و ۲۶/۶ ثانیه
۰/۰۰۲۸	۰/۰۲۱۰
۱/۸°	۱/۱°
۱۰×۱۲×۱۶ کیلومتر	۲۰×۲۳×۲۸ کیلومتر
۲۰×۱۰ کیلوگرم	۹/۶×۱۰ کیلوگرم
۲/۱ گرم در سانتی‌مترمکعب	۱/۹ گرم در سانتی‌مترمکعب
۱۰ متر در ثانیه	۱۵ متر در ثانیه
۱۲/۸	۱۱/۶

شناسنامه قمرهای بهرام

فوبوس	دیموس
میانگین فاصله از مرکز بهرام	۲۳۰۴۰۰ کیلومتر
میانگین دورهٔ نجومی	۵/۳۱۸۹ روز
میانگین دورهٔ هلالی	۷ ساعت و ۳۹ دقیقه و ۲۶/۶ ثانیه
خارج از مرکزی مدار	۰/۰۲۱۰
میل مدار	۱/۸°
قطر	۲۰×۲۳×۲۸ کیلومتر
جرم	۹/۶×۱۰ کیلوگرم
تراکم متوسط	۱/۹ گرم در سانتی‌مترمکعب
سرعت گریز	۱۵ متر در ثانیه
قدر قمر در موقعیت مقابل	۱۱/۶

سیارگان

ASTEROIDS



نیز شکل‌های نامنظمی دارند. سیارک‌انی که مدارشان به کمر بند میان مریخ و مشتری محدود است، سیارکان منظم نام دارند. در برابر این گروه سیارکان دیگری نیز وجود دارند که خارج از مرکزی مدارشان به اندازه‌ای زیاد است که از یک سو به مدار مریخ نزدیک می‌شود و از سوی دیگر تا مدار کیوان گسترش می‌یابد.

سیارکان

ASTEROIDS

علاوه بر نه سیاره‌ای که اعضای اصلی خانواده خورشیدی را تشکیل می‌دهند، اجرام دیگری نیز در منظومه خورشیدی یافت می‌گردند که به گروهی از آنها که در مقیاس دیگر اعضای منظومه خردیزه‌هایی بیش نیستند، سیارکان گفته می‌شود.

بیشتر سیارکان در کمربندی میان مدارهای بهرام و برجیس قرار گرفته‌اند و کلاً "دنیه‌های کوچکی را تشکیل می‌دهند که قطر بزرگترین آنها یعنی سیرز Ceres از یک هزار کیلومتر کمی بیشتر است و از میان همه آنها فقط سیارک وستا Vesta با چشم معمولی از زمین قابل دیدن است.

تا سال ۱۹۸۲ که مقدمات این کتاب فراهم می‌آمد، جمع سیارکان کشف شده به ۲۷۳۶ عدد بالغ می‌گردید که مطمئناً در آینده نیز همچنان به شمار آنها افزوده خواهد شد.

اندازه‌گیری قطر سیارکان به دلیل کوچکی آنها بسیار مشکل است، کاربرد اشعه فرسرخ و شیوه‌های راداری تا اندازه‌ای این مشکل را حل کرده و اطلاعات دقیق و نسبتاً جامعی درباره این اجرام در اختیار ما می‌گذارند. محدودیت این شیوه‌ها در نادر بودن شرایط مناسب کار است.

سیارکان از نظر شکل گوناگونند، پاره‌ای کروی و برخی بیضوی و گروهی

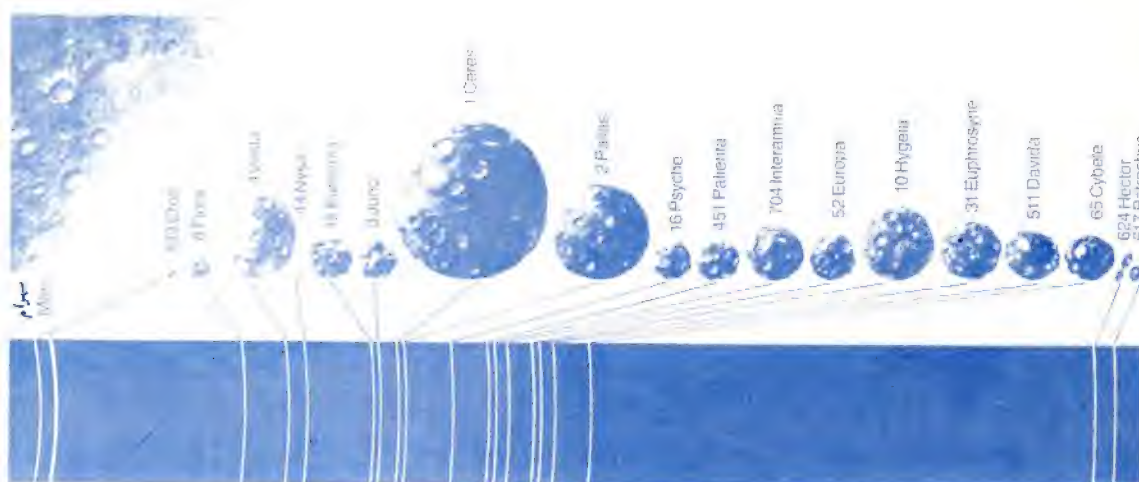
تاریخچه شناخت سیارکان

Observational Background

در سال ۱۷۷۲ یوهان الرت بود J.E. Bode ستاره‌شناس آلمانی به رابطه ساده و جالبی بنام قانون بود دست یافت که نسبت فاصله سیارات از خورشید را بیان می‌داشت. قانون بود Bod's Law نشان می‌داد که در میان مدارهای مریخ و مشتری قاعدتاً بایستی سیاره دیگری در گردش باشد. به همین انگیزه از سال ۱۸۰۰ میلادی تلسکوپ‌های فراوانی روانه آسمان گردید و گروهی به سرپرستی جی.اچ. شروتر J.H. Schroter که عنوان پلیس آسمان را بر خویش نهاده بودند در پی یافتن سیاره مفقود برآمدند. در سال ۱۸۰۱ جوزپه پیاتسی Giuseppe Piazzi ایتالیائی به یافتن بزرگترین سیارک بنام سیرز Ceres موفق گردید و به دنبال آن سه سیارک دیگر بنام‌های پالاس Pallas جونو Juno و وستا Vesta

تعداد	نام	کاشف	سال کشف	q	Q	P	e	i	D	A
1	Ceres	Piazzi	1801	2.55	2.94	4.06	0.079	10.6	1,003	0.054
2	Pallas	Olbers	1802	2.11	3.42	4.60	0.237	34.9	608	0.074
3	Juno	Harding	1804	1.98	3.35	4.36	0.257	13.0	250	0.151
4	Vesta	Olbers	1807	2.15	2.57	3.63	0.089	7.1	538	0.229
5	Astraea	Hencke	1845	2.10	3.06	4.14	0.187	5.3	117	0.140
6	Hebe	Hencke	1847	1.93	2.92	3.78	0.203	14.8	195	0.164
7	Iris	Hind	1847	1.84	2.94	3.69	0.230	5.5	209	0.154
8	Flora	Hind	1847	1.86	2.55	3.27	0.156	5.9	151	0.144
9	Metis	Graham	1848	2.09	2.68	3.68	0.123	5.6	151	0.139
10	Hygeia	De Gasparis	1849	2.84	3.46	5.59	0.100	3.8	450	0.041
13	Egeria	De Gasparis	1850	2.36	2.80	4.14	0.085	16.5	224	0.041
15	Eunomia	De Gasparis	1851	2.15	3.14	4.30	0.188	11.7	272	0.155
16	Psyche	De Gasparis	1851	2.53	3.32	5.00	0.135	3.1	250	0.093
24	Themis	De Gasparis	1853	2.76	3.52	5.56	0.121	0.8	234	0.030
31	Euphrosyne	Ferguson	1854	2.45	3.86	5.61	0.223	26.3	370	0.030
44	Nysa	Goldschmidt	1857	2.05	2.79	3.77	0.151	3.7	82	0.377
48	Doris	Goldschmidt	1857	2.93	3.30	5.50	0.060	6.6	250	0.03
52	Europa	Goldschmidt	1858	2.75	3.43	5.45	0.111	7.5	289	0.035
65	Cybele	Tempel	1861	3.01	3.83	6.33	0.121	3.5	309	0.022
92	Undina	Peters	1867	2.97	3.43	5.72	0.072	9.9	250	0.03
95	Arethusa	Luther	1867	2.61	3.53	5.37	0.149	13.0	230	0.019
324	Bamberga	Palisa	1892	1.78	3.59	4.40	0.336	11.2	246	?
349	Dembowska	Charlois	1892	2.66	3.19	5.00	0.090	8.3	144	?
433	Eros	Witt	1898	1.13	1.78	1.76	0.223	10.8	?	?
451	Patientia	Charlois	1899	2.82	3.30	5.34	0.077	15.2	276	?
511	Davida	Dugan	1903	2.66	3.72	5.70	0.166	15.7	323	?
617	Patroclus	Kopff	1906	4.48	5.94	11.88	0.140	22.0	147	0.037
624	Hector	Kopff	1907	4.99	5.25	11.59	0.024	18.3	179	0.038
704	Interamnia	Cerulli	1910	2.58	3.53	5.35	0.155	17.3	350	?
944	Hidalgo	Baade	1920	2.00	9.61	14.04	0.657	42.5	15	?
1,172	Aeneas	Reinmuth	1930	4.64	5.70	11.74	0.102	16.7	130	0.044
1,221	Amor	Delparte	1932	1.08	2.76	2.66	0.436	11.9	?	?
1,566	Icarus	Baade	1949	0.19	1.97	1.12	0.827	22.9	?	?
1,862	Apollo	Reinmuth	1932	0.65	2.29	1.78	0.566	6.4	?	?
2,060	Chiron	Kowal	1977	8.50	18.50	50.7	0.378	6.9	?	?
2,062	Moore	Bowell	1982	?	?	?	0.1	5.5	7	?

سیارک‌انی که در این فهرست آورده شده از جمله نخستین گروه سیارکان کشف شده، عمده‌ترین و تا بناک‌ترین آنها شمار می‌آیند. ترتیب کدگذاری این جدول بشرح زیر است:
 q = کمترین فاصله تا خورشید بر حسب واحد نجومی
 Q = دورترین فاصله تا خورشید بر حسب واحد نجومی
 P = مدت گردش بر حسب سال
 e = خارج از مرکزی مدار
 i = میل مدار
 D = قطر بر حسب کیلومتر
 A = نسبت بازتاب



سیارگان این شکل نمونه‌های برگزیده‌ای از خیل عظیم سیارگان هستند که در موقعیت واقعی مدار خویش قرار دارند و مدار بهرام فاصله و وضعیت آنها را نسبت به خورشید مشخص می‌سازد. دانش امروزی روشن ساخته که سیارگان به کمربند ویژه خویش محدود نیستند و جاهای مختلفی از منظومه خورشیدی را برای گردش خویش برگزیده‌اند. بطور مثال سیارک کیرون که در ماوراء مدار کیوان در گردش است، بیانگر آن است که غیر از کمربند شناخته شده میان مریخ و مشتری کمربندهای دیگری نیز احتمالاً در منظومه خورشیدی یافت می‌گردد.

از ستاره‌شناسان بر این پندارند که سیارگان گروه آپولو در واقع هسته دنباله دارانی هستند که مدت‌ها پیش به سردی گرائیده و در دفتر مردگان منظومه خورشیدی جای گرفته‌اند، البته این نظریه چندان محتمل نیست و باید با قید احتیاط تلقی گردد.

آن دسته از سیارگانی که مدارشان درون مدار زمین جای دارد، تحت عنوان گروه آتن *Athen* شناخته می‌شوند که آتن ۲۰۶۲ و راشلوم *Ra - Shalom* مهمترین اعضای این گروه هستند، تعداد اعضای گروه آتن هنوز شناخته نشده ولی احتمالاً چندان زیاد هم نخواهد بود، احتمال اینکه کره زمین با یکی از اعضای گروه آپولو یا آتن برخورد نماید همواره وجود داشته و قطعاً در گذشته نیز چنین رویدادی به وقوع پیوسته است، تغییر بزرگی را که در شرایط زیستی کره زمین در ۶۵ میلیون سال پیش روی داده و منجر به نابودی دایناسورها شده است می‌توان ناشی از همین برخوردها بشمار آورد.

تا پیش از پایان سال ۱۸۰۷ کشف شد، اما دستیابی به پنجمین سیارک استریا *Astraea* به این آسانی امکان‌پذیر نگردید و تا سال ۱۸۴۵ چشمان بسیاری را به دنبال خویش دوخت، اختراع عکاسی و کاربرد آن در شناخت اجرام آسمانی راهگشای این معما گردید و از آن سال به بعد بر شمار سیارگان سرعت افزوده شد.

تا سال ۱۸۹۸ باور چنان بود که سیارگان منحصر" در نواری میان مدار مریخ و مشتری در گردشند، با کشف سیارک اروس ۴۳۳ *Eros** که مدار آن حتی از مریخ هم‌گذشته و به ۲۳ میلیون کیلومتری زمین نزدیک می‌گردید، معلوم شد که پاره‌ای سیارگان به کمربند مخصوص خویش قانع نبوده و پا را از گلیم خویش فراتر نهاده‌اند. سیارک اروس که جرم کوچکی است و قطر آن از ۲۶ کیلومتر تجاوز نمی‌کند، در سال ۱۹۷۵ به ۲۳ میلیون کیلومتری زمین نزدیک شد و پس از بررسی‌های راداری معلوم شد که دارای سطحی خشن و ناهموار است.

در سال ۱۹۱۱ سیارک آلبرت ۷۱۹ *Albert* و در سال ۱۹۱۸ سیارک آلیندا ۸۸۷ *Alinda* و در سال ۱۹۲۴ سیارک گانیمید ۱۰۳۶ *Ganymede* کشف گردید و به دنبال آن سیارک آمور ۱۲۲۱ *Amor* در سال ۱۹۳۲ کشف شد که در وضعیت پری هلیون فقط ۱۶۲ میلیون کیلومتر با خورشید فاصله داشت که از مدار زمین چندان دور نبود.

در سال ۱۹۳۲ سیارک آپولو ۱۸۶۲ *Apollo* کشف گردید که پا را حتی از مدار زمین نیز فراتر نهاده بود. سیارک مزبور که بعدها چندین سال در دل آسمان ناپدید شد، در سال ۱۹۷۳ دوباره در آسمان زمین شروع به خودنمایی کرد و در سال ۱۹۸۲ به نزدیک‌ترین فاصله خود از زمین رسید، به همین مناسبت آن دسته از سیارگانی که مدار زمین را پشت سرمی‌گذارند و تا امروز همچنان رو به فزونی هستند گروه آپولو نام گرفته‌اند. اعضای گروه آپولو بسیار کوچکند و قطرشان از چند کیلومتر بیشتر نیست. عده‌ای

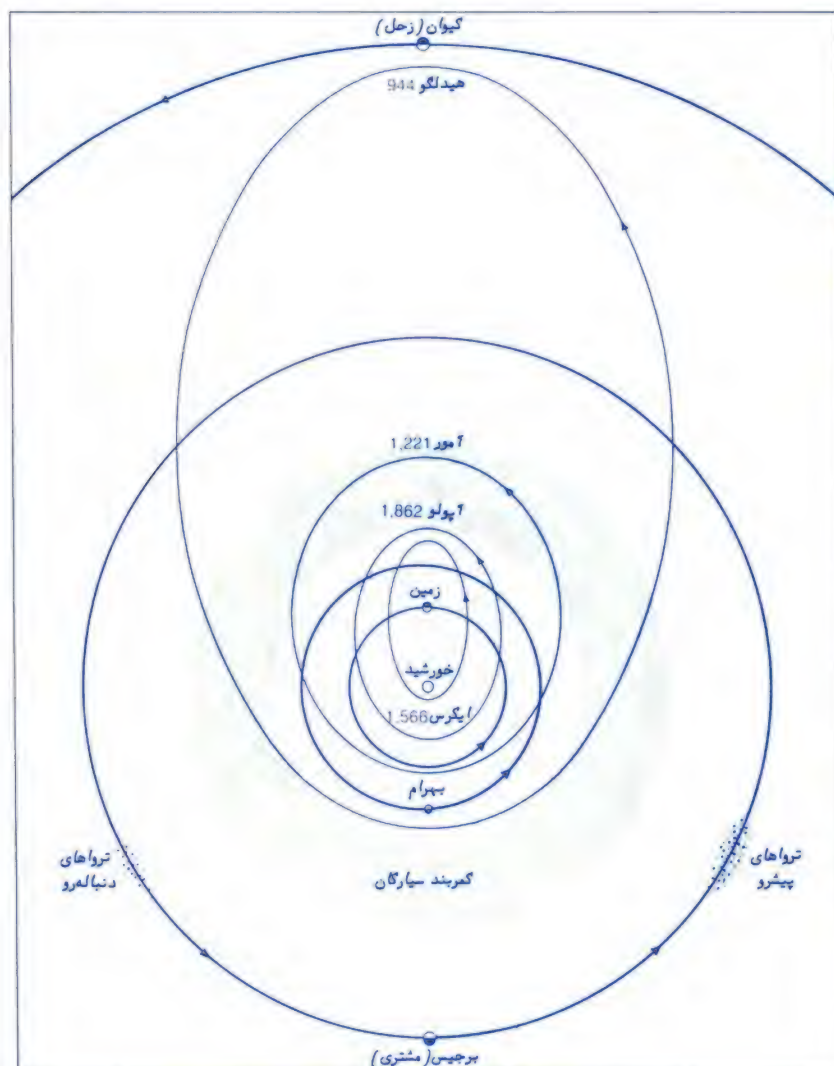
Chiron

کیرون

بی‌گمان یکی از شگفت‌انگیزترین سیارگان، سیارک کیرون ۲۰۶۰ است که در سال ۱۹۷۷ بوسیله چارلز کوال *Charles Kowal* کشف گردید. پیدا شدن این سیارک کاملاً غیرمنتظره بود، زیرا تا آن تاریخ هیچ سیارکی در آن سوی مدار مشتری دیده نشده بود. سیارک کیرون در سال ۱۹۹۶ به پری هلیون خود خواهد رسید و قدر آن در آسمان زمین به ۱۵ فزونی خواهد یافت.

در این که کیرون صد در صد یک سیارک باشد تردیدهایی وجود دارد، چه بزرگی جسم آن به هسته یک دنباله دار می‌ماند. قطر کیرون حدود ۶۵۰ کیلومتر است و سطح آن سیاه می‌باشد. حرکات جرم مزبور که در عکس‌های سال ۱۸۹۵ نیز دیده شده، کاملاً تحت کنترل بوده و بررسی‌های بیشتری

* شماره‌ای که در سمت چپ نام سیارک آورده شده، شماره ردیف کشف سیارک را می‌رساند، بطور مثال سیارک اروس چهارصد و سی و سومین سیارک کشف شده است. م.



سیارگان روی مدارهای بسیار متفاوت به دور خورشید گردش می‌کنند. بیشتر آنها در کمربند اصلی خویشتن جای دارند و پاره‌ای سیر را از مرز خویشتن فراتر نهاده و حتی مدار سیارات دیگر را هم پشت سر گذارده‌اند. سیارگان گروه آپولو که تا امروز ۱۹ عضو آن را شناسایی کرده‌اند تا مدار سیاره تیر نزدیک می‌شوند. گروه تروا که تعدادشان شاید به هزار عدد بالغ گردد به دو دسته پیشرو و دنباله‌رو تقسیم می‌گردند. در میان سیارگانی که تا به امروز ساخته شده‌اند، مدار سیارک هیدلگو ۹۴۴ را بیشترین خارج از مرکزی را داراست و به یک بیضی کشیده می‌ماید.

این کشف و تردید پایان خواهد داد.

انواع سیارگان

Types of Asteroids

سیارگان از نظر ساختمان هیچ شباهتی به هم ندارند و بالطبع نسبت بازتاب آنها نیز بسیار متفاوت است. تاریک‌ترین سیارکی که تاکنون شناخته شده، ارتوزا ۹۵ Arethusa است که نسبت بازتاب آن فقط ۰/۱۹ است و حتی از تخته سیاه مدارس نیز سیاه‌تر است. بالاترین نسبت بازتاب به سیارک نیسا ۴۴ Nysa تعلق دارد که ۰/۳۸ است.

تلاش فراوان بکار رفته تا سیارگان از جنبه کانی تحت بررسی قرار گیرند و به رابطه میان آنها و شهاب‌سنگ‌ها پی برده شود. پاره‌ای سیارگان دارای وضعیتی همانند سیارات خاکی هستند، درحالی‌که دسته‌ای دیگر مراحل آغازین کانی شدن را می‌گذارند. علت این اختلاف هنوز برکسی روشن نیست.

حدود ۷۵ درصد سیارگان سیاه‌رنگند و به همین مناسبت آنها را در ردیف نوع C یعنی زغالین جای داده‌اند. رنگ تعدادی از سیارگان گروه

گروه تروا

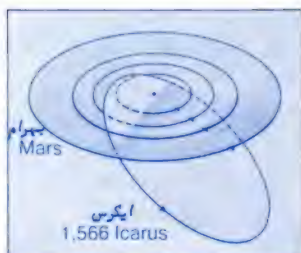
Trojans

دسته‌ای از سیارگان که در دورترین فاصله از خورشید قرار گرفته‌اند، گروه تروا Trojans نام دارند. این گروه که روی مدار مشتری به گرد خورشید گردش می‌کنند همواره در فاصله معینی از برجیس قرار دارند. گروه تروا در دو دسته یکی بنام پیشرو ۶ درجه در جلو و دسته دوم بنام دنباله‌رو ۶ درجه* پشت سر برجیس قرار گرفته‌اند.

گروه مزبور در مقیاس سیارگان دارای ابعاد بزرگی هستند، بطوریکه قطر سیارک هکتور ۶۲۴ Hector به حدود ۱۸۰ کیلومتر می‌رسد. تغییراتی که در نسبت بازتاب این سیارک ایجاد می‌شود، از شکل بسیار نامنظم آن حکایت می‌کند.

* این زوایا از مرکز خورشید اندازه‌گیری می‌شود. م

ایکریس طی مدتی برابر ۴۰۹ روز از آن سوی بهرام حرکت کرده و خود را تا فاصله ۲۸ میلیون کیلومتری به خورشید نزدیک می‌سازد. قطراس سیارک فقط دو کیلومتر است.



مدار هیدلگو که در حد میان ۳۰۰ میلیون تا ۱۴۴۰ میلیون کیلومتر در نوسان است بیشتر به مدار یک دنباله‌دار شبیه است. کیرون که درختان ترین جرم آن سوی مدار کوان است، احتمالاً از گروه سیارگان بشمار نمی‌آید.



تروا سیاه مایل به قرمز است و به همین جهت آن را با حروف $R-D$ (قرمز-تیره) مشخص می‌سازند. حدود ۱۵ درصد سیارگان که نسبت بازتاب متعادلی دارند، به رنگ قرمز متمایلند. این گروه که با حرف S مشخص می‌گردند، از ترکیب آهن، منیزیم و مواد سیلیکاته ساخته شده‌اند. سیارگان نوع M که درخشندگی متعادلی دارند از آهن و نیکل ترکیب یافته‌اند و فاقد مواد سیلیکاته هستند.

سیارگان نوع C بیشتر در خاج از کمربند خاص خویش جای دارند و نوع S و دسته‌ای از نوع C در درون کمربند مزبور واقعند.

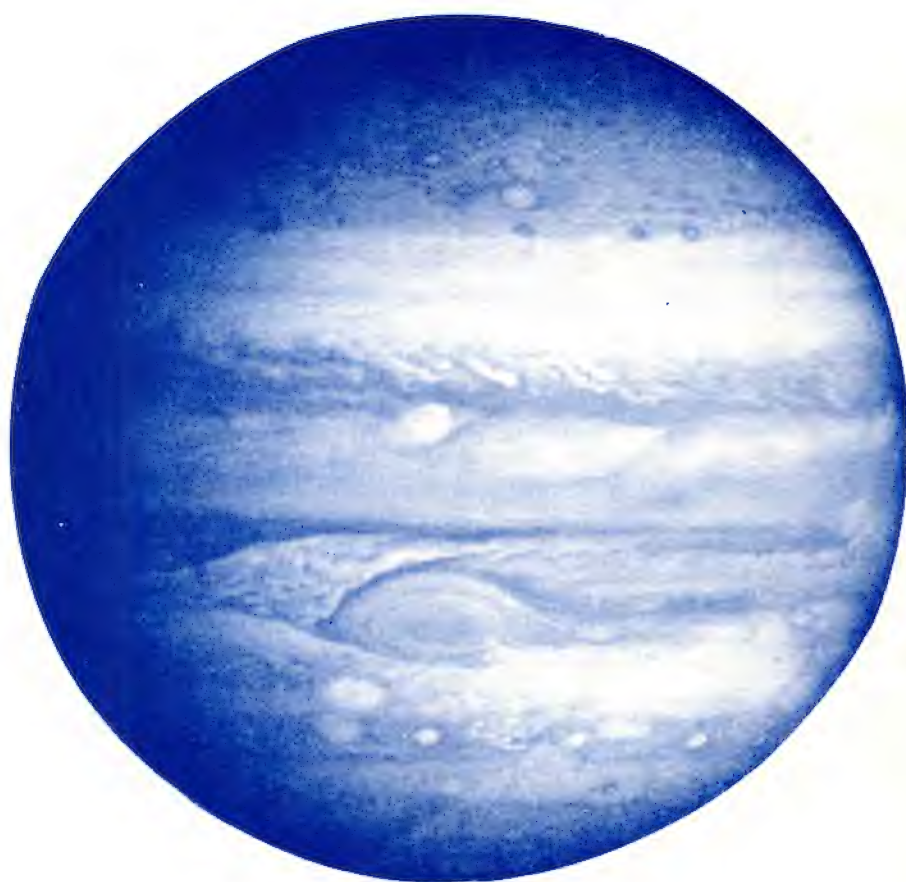
منشاء سیارگان

Origin of Asteroids

تا این اواخر تصور می‌شد که سیارگان باقیمانده‌ای از یک دنیای متلاشی شده می‌باشند، ولی امروزه کاملاً محقق گردیده که سیارگان کلید کشف رمز آفرینش بوده و در شناخت منشاء و نحوه پیدایش خانواده خورشیدی، یاران بس ارزنده‌ای بشمار می‌آیند. دانشمندان بر این باورند که سیارگان در واقع باقیمانده غبارهایی از مراحل آغازین شکل‌گیری و پیدایش سیارات هستند که مرحله برخورد و انبوهش آنها تحت تاثیر نیروی گرانش برجیس مختل گردیده و اینچنین به آشفتگی و سرگردانی گرفتار آمده‌اند.

برجیس (مشتري)

JUPITER



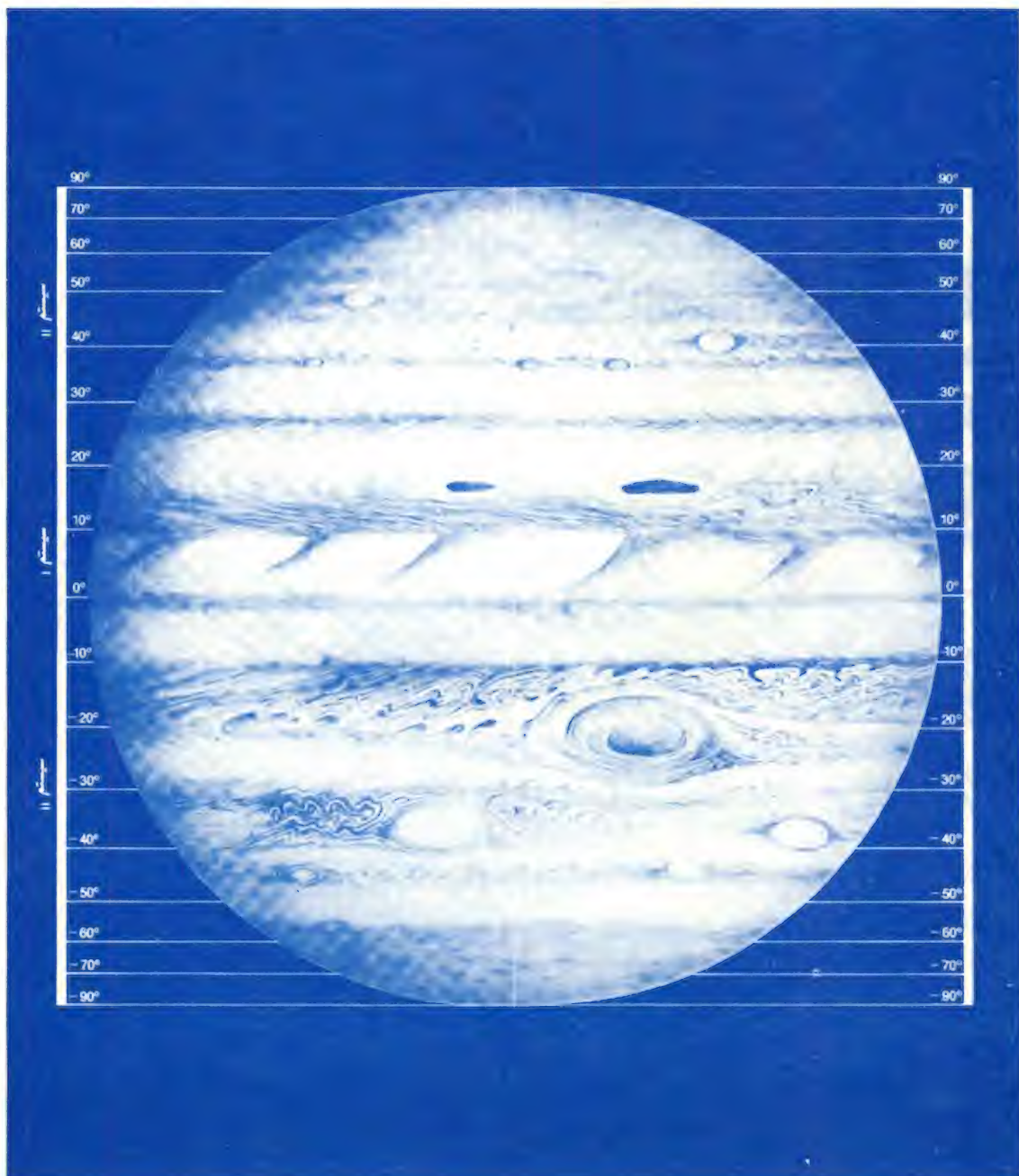
خورشید است. بزرگی برجیس آنچنان است که ۱۳۲۰ کره زمین را در دل خویش جای می‌دهد و با جرمی که کلاً $\frac{1}{318}$ جرم تمام سیارات است، ۳۱۸ بار بر جرم زمین پیشی می‌گیرد. مشتری ۱۶ قمر شناخته شده دارد که چهارتای آنها با سیارات کوچک منظومه برابری می‌کنند. نام لاتین برجیس از ژوپیتر *Jupiter* فرمانروای کره المپ و یکی از قهرمانان اساطیری یونان باستان اقتباس گردیده است.

برجیس روی مداری به فاصله متوسط ۷۷۸،۴۶۰،۰۰۰ کیلومتر به دور خورشید گردش می‌کند. این فاصله در موقعیت افلیون به ۸۱۵،۷۰۰،۰۰۰ کیلومتر بالغ می‌گردد و در وضعیت پری هلیون تا ۷۴۰،۹۰۰،۰۰۰ کیلومتر

ویژگی‌های برجیس

CHARACTERISTICS OF JUPITER

برجیس بزرگترین عضو منظومه شمسی و پنجمین سیاره از نظر فاصله تا





مقایسه مشتری و کیوان و زمین، مشتری سیاره غول آسائی است که قطر آن ۲۰ هزار کیلومتر از قطر کیوان بیشتر است و ۱،۳۲۰ کره زمین را درون خویش جای می دهد.

شناسنامه برجیس		Physical Data
قطر استوائی	۱۴۲،۸۰۰	کیلومتر
پختی یا فشردگی قطبی	۰/۰۶۳۷	
جرم	$1/899 \times 10^{27}$	کیلوگرم
حجم در مقایسه با زمین برابر ۱	۱۴۲۳	
چگالی (تراکم) در مقایسه با آب برابر ۱	۱/۳۲	
گرانش سطحی (ثقل سطحی) در مقایسه با زمین برابر ۱	۲/۶۹	
سرعت گریز	۵۹/۶	کیلومتر در ثانیه
سرعت چرخش بواحی استوائی	۹ ساعت و ۵۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه	
تمایل محور	۳/۱۲	درجه
سخت بازتاب	۰/۳۲	

کاهش می یابد. یک دور گردش کامل مشتری ۴۳۳۲/۵۹ روز یا ۱۱/۸۶ سال زمینی به طول می کشد.

تراکم یا چگالی برجیس نسبت به جثه غول آسای آن بسیار کم است و این خود گویای آن است که برجیس از عناصر سبکی مانند تیدرژن و هلیوم که عمدتاً به شکل گاز یا مایع هستند تشکیل یافته است. درخشندگی مشتری از ناهید کمتر است و حداکثر قدر آن ۲/۶- است.

برجیس از درون تلسکوپ به دایره زرد رنگ خوابیده ای می ماند که تعدادی رگه یا نوارهای نیره بنام کمر بندهای ابری در آن به چشم می خورد. در حد فاصل رگه های مزبور نوارهای روشنی موجود است که به آنها ناحیه می گویند.

عوارض چهره برجیس به جز چند رگه و ناحیه که نسبتاً ثابت هستند، بقیه همواره در تغییر بوده و حتی پاره ای از آنها بطور دوره ای ناپدید می گردند و پس از چندی دوباره ظاهر می شوند. عوارض ثابت سیاره را با حروف الفبای لاتین مشخص می سازند.

لکه سرخ بزرگ

THE GREAT RED SPOT

مهمترین و چشم گیرترین عارضه برجیس لکه بزرگ سرخ رنگی *Great Red Spot* است که موجودیت آن لااقل به سه قرن پیش بازمی گردد. مشاهدات تلسکوپی نشان می دهد که لکه مزبور کاهگاز ناپدید شده و دوباره در سطح مشتری جلوه گر می شود.

لکه سرخ بزرگ نخستین بار در سال ۱۶۶۴ بوسیله رابرت هوک *Robert Hooke* عضوانجمن سلطنتی ستاره شناسان انگلیسی کشف گردید و موجودیت آن در سال ۱۶۶۵ توسط جیوانی کاسینی *Giovanni Cassini* ستاره شناس ایتالیائی مجدداً تأیید شد.

هنریک ساموئل شواب *Heinrich Samuel Schwabe* ستاره شناس آلمانی در سال ۱۸۳۱ حرکات لکه مزبور را زیر نظر قرار داد و ویلیام روتر داوز *William Rutter Dawes* کشیش انگلیسی در سال ۱۸۵۷ شکل آن را نقاشی کرد و آلفرد مایر *Alfred Mayer* عضو دانشگاه پنسیلوانیا نیز در سال ۱۸۷۰ شکل دقیق تری از آن رسم نمود.

لکه مزبور تا سال ۱۸۸۲ همچنان به جای خویش باقی بود و در آن سال ناگهان ناپدید شد و ستاره شناسان را سخت به اندیشه واداشت. غیبت لکه مزبور تا سال ۱۸۹۱ همچنان ادامه یافت و در آن سال دوباره در سطح مشتری ظاهر گردید و از آن به بعد غیر از غیبت های کوتاه سال های ۱۹۲۸ تا ۱۹۲۹ و ۱۹۳۸ و ۱۹۷۷ تقریباً همواره در سطح کره مزبور جلوه گر بوده است.

تصور کلی بر آن است که لکه سرخ بزرگ در پی فعالیت گوندای آتشفشان در سطح مشتری پدید آمده و سرخی آن در ارتباط با دمای آن است. فرضیه دیگر بر این پندار استوار است که، آبگونه سازنده برجیس در حین

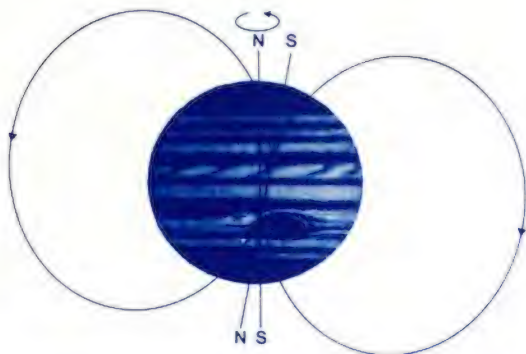
چرخش برجیس

Rotation

سرعت چرخش مشتری که همانند دیگر سیارات غول پیکر منظومه خورشیدی بسیار سریع است، موجب می گردد تا نواحی نیمگانی سیاره مزبور متورم شود و شکل آن از کره به بیضی متمایل گردد و اختلاف نسبتاً زیادی را میان قطرهای استوائی و قطبی آن باعث شود. قطر استوائی برجیس ۱۴۲،۸۰۰ کیلومتر و قطر قطبی آن ۱۳۴،۲۰۰ کیلومتر است.

از آنجائی که سیاره مزبور عمدتاً از گاز و آبگونه تشکیل یافته، لذا سرعت چرخش بخش های مختلف سطح آن متفاوت است و هرچه به خط استواء نزدیک شوند به همان میزان بر سرعت چرخشان افزوده می گردد. برای اینکه بررسی حرکات عوارض سطحی مشتری با سهولت بیشتری میسر گردد، سطح آن را به دو منطقه عمده بنام سیستم های *I* و *II* تقسیم می کنند. سیستم *I* یا نواحی نیمگانی از شمال و جنوب به مدارهای ۹ درجه عرض جغرافیائی محدود می گردد و مدت چرخش آن ۹ ساعت و ۵۰ دقیقه و ۳۰/۰۰۳ ثانیه و یا ۸۷۷/۹ درجه برای هر روز زمینی است. سیستم *II* که در نیمکره های شمالی و جنوبی واقع است، بالاتر از ۹ درجه عرض جغرافیائی قرار داشته و زمان چرخش آن حدود ۵ دقیقه طولانی تر از زمان چرخش منطقه سیستم *I* است. بدیهی است کندترین چرخش به نواحی قطبی تعلق دارد که مدت آن ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه و ۴۰/۶۳۲ ثانیه و یا ۸۷۰/۲۷ درجه در هر روز زمینی است.

علاوه بر سیستم های *I* و *II*، سیستم سومی نیز وجود دارد که در ارتباط با گسیلش امواج رادیوئی برجیس است و مقدار آن ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه و ۲۹/۷ ثانیه می باشد.



امتداد محور مغناطیس و محور چرخش برجیس حدود ۱۱ درجه انحراف دارد. شگفت آن است که قطبهای شمال مغناطیس و جغرافیائی سیاره مزبور هم سو نیستند و عکس یکدیگر قرار گرفته اند. نشانه های موجود بیانگر آن است که قطبهای مغناطیس زمین نیز طی ادوار طولانی جابجا می گردند.

اما در مورد برجیس وضع کلاً "دگرگون است و کاملاً" روشن است که مکانیسم میدان مغناطیس سیاره مزبور به ساختار درونی سیاره بستگی تام دارد. سیارات غول آسای منظومه خورشیدی چون برجیس و کیوان که هر دو دارای میدان مغناطیس نیرومندی هستند، عمدتاً از عناصر سبکی چون تیدرژن و هلیوم بشرح ساختار زیر ترکیب یافته اند:

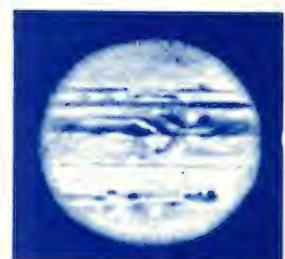
در ژرفای حدود ۱۰۰۰ کیلومتر از سطح مرئی آنها، بخشی بنام منطقه انتقال وجود دارد که در آنجا گازها به مایع تیدرژن تبدیل می شوند. دمای این منطقه حدود ۲۰۰۰ کلوین و فشار آن ۵۶۰۰ برابر فشار جو زمین است. در ژرفای بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلومتری، دما رویه فزونی می رود و به ۵۵۰۰ کلوین افزایش می یابد و فشار نیز به ۹۰،۰۰۰ اتمسفر بالغ می گردد و تیدرژن را بشدت متراکم و فشرده می سازد.

در ژرفای ۲۵،۰۰۰ کیلومتر دما به ۱۱،۰۰۰ کلوین می رسد و فشار به

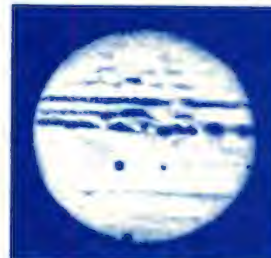
برجیس سراسر از گاز و مایع ترکیب یافته است. به گمان کارشناسان، توده سنگین و نسبتاً کوچکی در مرکز سیاره جای دارد و پیرامون آن را آبگونی های بنام تیدرژن فلزی مایع فرا گرفته است. ولایه زیرین اتمسفر یعنی پوسته مشتری از تیدرژن و هلیوم ساخته شده.



۲۳ اکت ۱۹۲۷



۲۷ سپتامبر ۱۹۲۷



۱۰ نوامبر ۱۹۲۷



۱۶ دسامبر ۱۹۲۷



۱۱ سپتامبر ۱۹۲۸



۵ نوامبر ۱۹۲۸

شکل های شش گانه بالا که به وسیله یکی از سرشناس ترین ستاره شناسان بنام تی. ای. آر. فیلیپس T.E.R. Philips تهیه شده، چرخش مشتری را طی سالهای ۱۹۲۷ تا ۱۹۲۹ نشان می دهد.

چرخش محوری به مانعی برخورد کرده و ستونی از آن سر برافراشته و سرستون آن به سان لکهء سرخی جلوه گر شده است.

خاصیت مغناطیسی برجیس

Magnetic Properties

نخستین نشانهء دال بر وجود میدان مغناطیس در مشتری از طریق دریافت یک سری امواج رادیویی غیر منتظره در دههء ۱۹۵۰ بدست آمد. دریافت علائم مزبور کارشناسان را بر آن داشت تا بررسی خاصیت مغناطیسی مشتری را نیز جزو برنامه های تحقیقاتی فضا ناوهای پایونیرو و جی رقرارد دهند. مقتضاً لازم است چگونگی پیدایش خاصیت مغناطیسی زمین را بطور اجمال بررسی کنیم، باشد تا به عملکرد میدان مغناطیسی برجیس پی ببریم و فرضیه مناسبی بر آن استوار سازیم.

دانشمندان وجود میدان مغناطیس میهن خاکی ما را به توده مرکزی زمین وابسته دانسته و بر این گمانند که تودهء مزبور همراه با چرخش زمین همانند یک دیناموی خودالقاء یعنی ماشینی که نیروی مکانیکی را به نیروی مغناطیسی یا الکتریکی تبدیل می کند، عمل می نماید. مواد گداخته یا مایع پیرامون توده مرکزی نقش هادی الکتریسیته را برعهده داشته و نیروی محرکهء آن از چرخش زمین حاصل می گردد.

مغناطکره مشتري

MAGNETOSPHERE

مغناطکره برجیس دارای دنباله‌ای دراز است که تا ۷۵۰ میلیون کیلومتری پشت سیاره در فضا کشیده شده و قسمت مقابل آن بین ۵۰ تا ۱۰۰ برابر شعاع مشتري رو به خورشید پیش آمده و سپری را به نام مغناط خم در برابر ضربات باد خورشیدی پدید آورده است. ذرات باد خورشیدی که دارای سرعتی برابر ۱،۵۰۰،۰۰۰ کیلومتر در ساعت هستند، پس از برخورد با سپر مغناطکره از سرعتشان شدت کاسته می‌شود و در مقابل دما را تا میزان ده برابر وضع طبیعی فزونی می‌بخشند.

اندازه‌گیری‌هایی که بوسیله فضا ناوهای ویجر بعمل آمده، افزایش دمای منطقه مزبور را بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلیون کلون نشان می‌دهد که بالاترین رقم دما در منظومه خورشیدی است. (البته به غیر از خورشید)

کمرندهای تشعشی

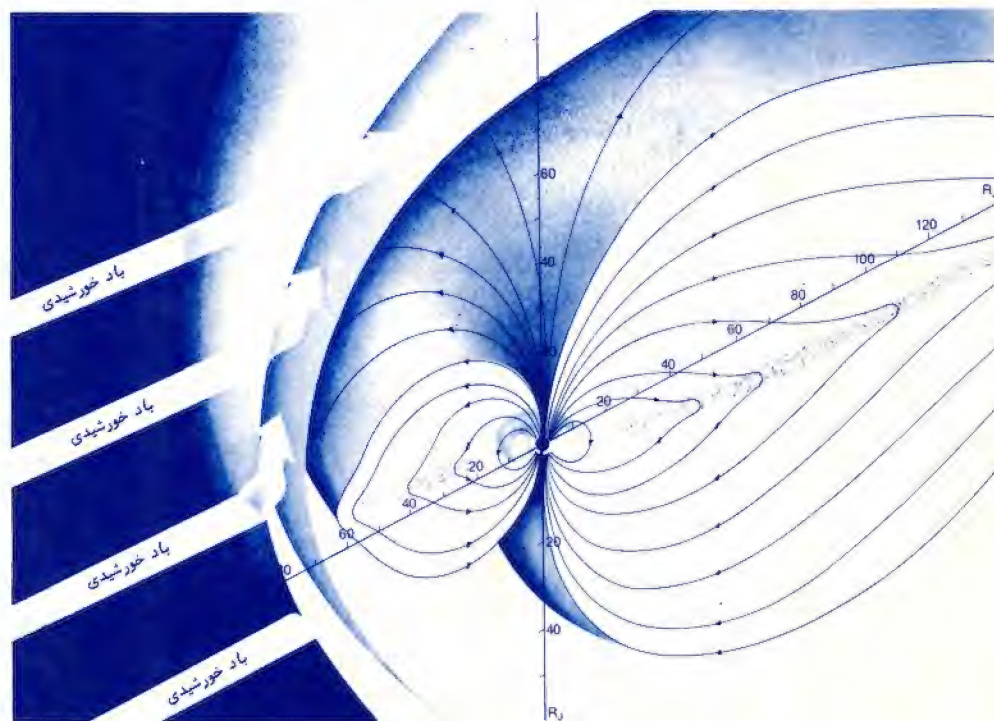
Radiation Belts

پیرامون کره برجیس را کمرندهایی همانند کمرندهای وان آلن

۳ میلیون اتمسفر بالغ می‌گردد، در چنین شرایطی تیدرژن شدت تغییر حالت می‌دهد و به رسانای بسیار مناسبی برای جریان الکتریسته مبدل می‌گردد. این حالت را اصطلاحاً "تیدرژن فلزی مایع" می‌نامند از آن به بعد دما و فشار همچنان رو به افزایش می‌روند تا جایی که دمای توده مرکزی به ۳۰ هزار کلون و فشار به صد میلیون اتمسفر می‌رسد و هسته سنگینی را که جرم آن ۱۰ تا ۲۰ برابر جرم زمین است، در مرکز سیاره پدید می‌آورد که عمدتاً از آهن و مواد سیلیکاته ترکیب یافته است.

وجود تیدرژن فلزی مایع در درون سیاره می‌تواند موجبات پیدایش میدان مغناطیس را در سیاره برجیس فراهم آورد، و از سوی دیگر چرخش سریع سیاره را که مدت آن حدود ۱۰ ساعت است، می‌توان مهمترین عامل برای به حرکت درآوردن مایع مزبور و در نتیجه تولید جریان الکتریسته (به همان نحوی که در دیناموی خود القای زمین گفته شد) بشمار آورد. نیروی میدان مغناطیس مشتري که در راس ابرهای آن اندازه‌گیری شده معادل ۴/۲ گاوس است و به همین لحاظ قدرت میدان آن ده برابر نیرومندتر از میدان مغناطیس زمین است که مقدار آن ۰/۳۵ گاوس می‌باشد.

محور قطبهای مغناطیس برجیس نسبت به محور چرخش آن ۱۰/۸ درجه انحراف دارد که حدود یک درجه از انحراف محور مغناطیس زمین کمتر است. وضعیت قطبهای مغناطیس مشتري عکس وضعیت قطبهای مغناطیس زمین است و قطب نماهای فرضی را به سوی جنوب منحرف می‌سازد. با توجه به این نکته که قطبهای مغناطیس زمین بطور متوسط هر ۱۰^۵ سال یک بار جابجا می‌شوند، لذا صدق چنین وضعیتی در برجیس نیز نامحتمل نخواهد بود.



منطقه وسیعی از فضای پیرامون برجیس را پدیده‌ای بنام مغناطکره فرا گرفته است. مغناطکره مشتري دارای ساختمان پیچیده‌ای است و سپر ضربگیر یا مغناط خم آن رو به خورشید واقع است و منطقه آشفته و متلاطمی در پشت آن قرار دارد.

محیط مغناطیسی برجیس

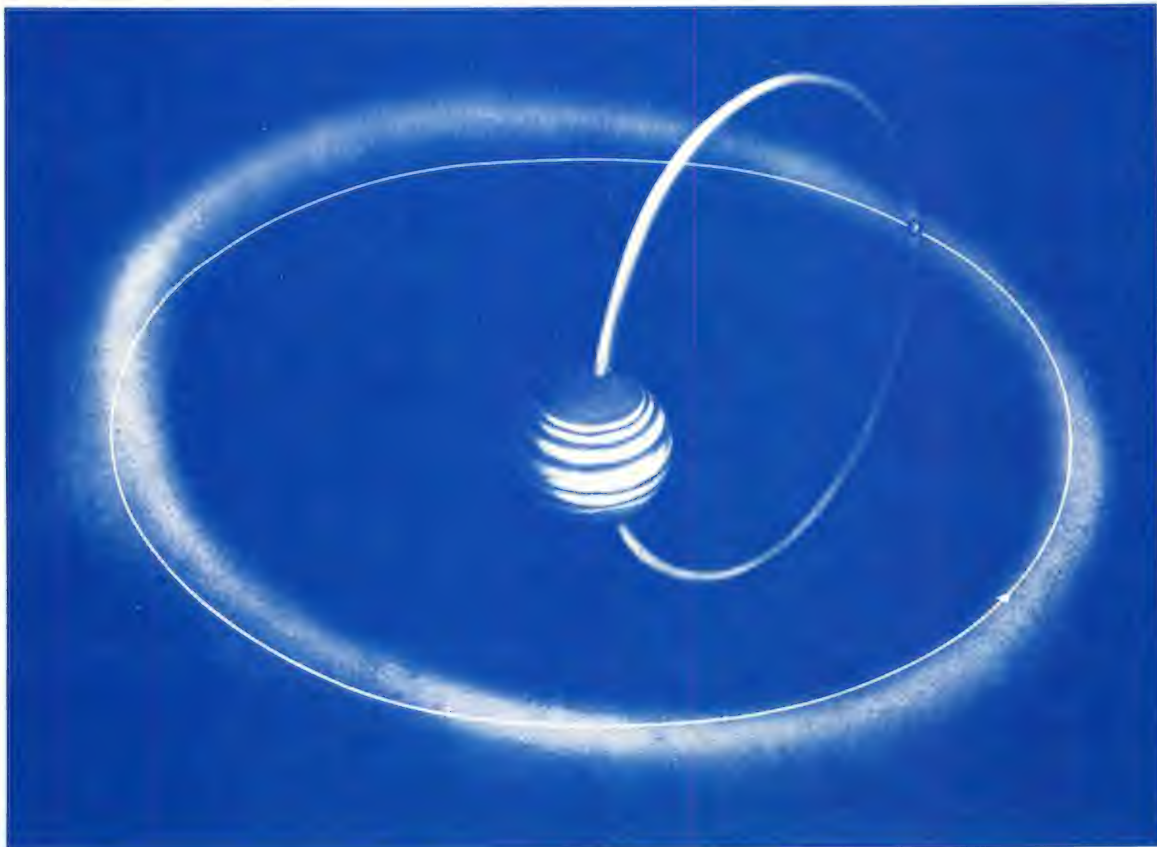
MAGNETIC ENVIRONMENT

میدان مغناطیس مشتری گاهگاه ذرات به دام افتاده‌ای را که فعال - ترین ذرات شناخته شده در طبیعت هستند، از خود رها می‌سازد. ذرات مزبور که سرعتشان با سرعت نور برابری می‌کند، از پروتون و نوترون هسته‌های اتمی ترکیب یافته و توان آنها به حدی است که حتی فضای زمین را نیز متأثر می‌سازند. تا چندی پیش تصور چنان بود که بیشتر پرتوهای کیهانی از خارج از منظومه خورشیدی سرچشمه می‌گیرند، ولی امروزه ثابت شده که پرتوهای مزبور عمدتاً از برجیس گسیل می‌گردند و با پیمودن حدود ۷۰۰ میلیون کیلومتر، خود را حتی به مدار سیاره تیریا عطار د نیز می‌رسانند، پرتوهای کیهانی برای مسافران فضائی زیان‌بخش بوده و اندام‌های زیستی را نابود می‌سازند. خوشبختانه کمربندهای حفاظتی وان آلن همچون سپری از عبور پرتوهای مزبور جلوگیری کرده و حیات زمینی را در پناه خویش قرار می‌دهند.

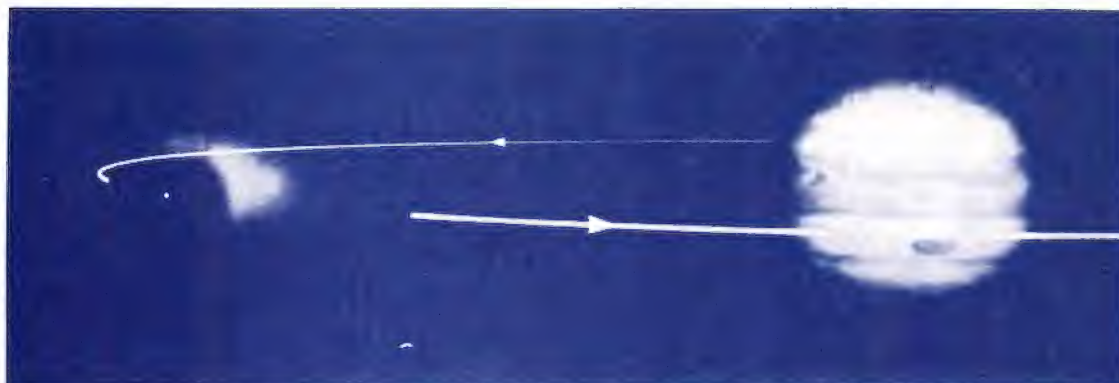


کمربندهای تشعشعی مشتری که شباهت فراوانی به کمربندهای وان آلن زمینی دارند، محدوده‌ای را که معادل ۲۰ برابر شعاع برجیس است، گرداگرد کره مزبور ایجاد نموده‌اند.

پوشانیده است. کمربندهای مزبور که شعاع آنها ۲۰ برابر شعاع مشتری است، ذرات پرانرژی بسیار زیادی را در خود به دام انداخته و محدوده خطرناکی را برای سفرهای فضائی پدید آورده‌اند. توان کمربندهای تشعشعی برجیس آنچنان است که دستگاههای حساس فضا‌ناوها را هدف بیماران پروتون‌ها و الکترون‌های بسیار پرانرژی قرار داده و ارتباط رادیویی و مخابراتی آنها را مختل می‌سازد.



سراسر مدار یو را ذرات پلاسمای باردار فرا گرفته و خود قمر به وسیله یک کمان الکتریکی ۸ میلیون آمپری به ساره مشتری پیوند یافته است.



ابری از گازهای خنثی مانند سدیم، پتاسیم و منیزیم بصورت جوی بسیار رقیق قمر یو را در برگرفته و نیز در سراسر مدار یو گسترده شده است. این عکس که در سال ۱۹۷۷ به وسیله یک رصدخانه زمینی برداشته شده، ابر مزبور را نشان می‌دهد. بطوری که دیده می‌شود توده‌ای از ابر سدیم در پیشاپیش قمر انباشته شده است.

مشتري پدید آمده و تغییرات بیشتری نیز در سفر ویجر ۲ مشاهده گردیده است.

طی این تغییرات، پرتوافشانی کمان پلاسمای قمر یو به دو برابر افزایش یافته و در مقابل دما به میزان 6×10^4 کلوین کاهش یافته است. این دگرگونی مؤید آن است که کمان مزبور کاملاً با فعالیت‌های آذرین یو در ارتباط بوده و لازم است حدود 10^{10} یون گوگرد و اکسیژن بر سانتی‌متر مربع در ثانیه به کمان مزبور تزریق گردد تا کیفیت و کمیت آن همچنان محفوظ بماند.

مشتري وقمریو

JUPITER & IO

از ۱۶ قمر شناخته شده برجیس، هفت‌تای آنها در محدوده مغناطکره سیاره مزبور قرار دارند که دورترین آنها کالیستو *Callisto* است که در لبه خارجی محدوده به گرد مادر خویش گردش می‌کند. به همین مناسبت اقمار مزبور همواره هدف بمباران الکترون‌ها و پروتون‌ها و ذرات پرتوان گسیل شده از مشتري قرار گرفته و فرسایش حاصله از این بمباران‌ها، سطح آنها را تقریباً هموار ساخته است. این وضعیت به ویژه در قمر یو *Io* که یکی از چهار قمر بزرگ مشتري بشمار می‌آید، محسوس‌تر است.

فعل و انفعالات مزبور باعث می‌گردد تا علاوه بر پیرامون یو که از جوی مرکب از ابرهای سدیم و پتاسیم و منیزیم پوشیده شده، سراسر مدار قمر مزبور نیز از اثرات تشعشی متأثر گردد.

کارشناسان اعتقاد دارند که مشتري و قمر یو بوسیله یک کمان الکتریکی بسیار نیرومند به توان ۵ میلیون آمپر و اختلاف سطح (اختلاف پتانسیل) ۴۰۰ هزار ولت که ۷۰ بار بیشتر از مجموع نیروهای الکتریستیه تولید شده بوسیله کلیه کشورهای جهان زمینی است، به یکدیگر پیوسته‌اند. یکی از مهمترین آثار نیروی مزبور، ایجاد دمای موضعی در سطح قمر یو است که به فعالیت‌های آذرین قمر مزبور منجر می‌گردد. موادی که از آتشفشان‌های یو به خارج پرتاب می‌شوند، توده انبوهی از غبار و دی‌اکسید گوگرد یونیده را به فضا روان ساخته و یک پلاسمای حلقوی روی مدار قمر مزبور و همچنین در پیرامون سیاره مشتري پدید می‌آورند.

در برخورد فضا ناو ویجر ۱ با مدار مزبور، وجود اکسیژن و گوگرد یونیده، کاملاً تأیید گردید و دمای پلاسمای مورد بحث معادل 10^5 کلوین ثبت شد. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که از زمان مأموریت پایونیر تا سفر ویجر ۱ که ۴/۵ سال به درازا کشید، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در محیط

مشتري و امواج رادیویی *Radio Emissions From Jupiter*

قبلاً اشاره شد که برجیس امواج رادیویی گسیل می‌دهد. درحقیقت امواج مزبور شباهتی به علائم متداول رادیویی ندارند، بلکه همانند صداهای حاصله از پارازیت‌های رعد و برق و با امواج مزاحمی هستند که گاه هنگام اجرای برنامه‌های عادی رادیویی به گوش می‌رسند. امواج رادیویی گسیل شده از برجیس که از هر صدائی غیر از صدای خورشید بزرگ‌تر است به سه نوع دکامتری *Decametric*، دسی‌متری *Decimetric* و حرارتی *Thermal* طبقه‌بندی می‌گردند.

امواج دکامتری که طول موج آنها بین ۷/۵ تا ۷۰۰ متر است، بلندترین امواج الکترومغناطیس گسیل شده از مشتري است و امواج ناپیوسته‌ای می‌باشند که نوسان‌های آن بوسیله انفجارهای پراکنده بریده شده و قاعداً "بین‌چند دقیقه تا چند ساعت به درازا می‌کشد. بررسی امواج دکامتری نشان می‌دهد که سیاره مزبور از چرخش ویژه‌ای بنام سیستم *III* برخوردار است که مدت آن ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه و $29/710$ ثانیه یا $870/536$ درجه در یک روز است. سیستم *III* که درواقع معرف چرخش مغناطکره مشتري است در اندازه‌گیری‌های دقیق کاربرد مهمی دارد.

امواج دسی‌متری امواجی هستند که طول فرکانس آنها از ۷/۵ متر کمتر است و برخلاف امواج دکامتری از فرکانس‌های پیوسته‌ای برخوردارند. امواج حرارتی که طول موج آنها بیش از چند سانتی‌متر نیست، از دمای سیاره حکایت کرده و اطلاعات جامع و نسبتاً دقیقی در زمینه دمای سطح ظاهری مشتري در اختیار می‌گذارند.

جو مشتری

Atmosphere

همانطوری که ظاهر^۱ نیز به نظر می‌رسد، سیستم جو مشتری نه تنها با سیستم جو زمین بلکه با سیستم جو دیگر سیارات خاکی مانند ناهید و بهرام بکلی متفاوت است. مشتری سیاره‌ای است از گاز و مایع که فاقد پوسته جامد بوده و برخلاف زمین اختلافی میان دمای استوایی و قطبی آن وجود ندارد و از جابجائی سیستم‌های قطبی و نیمگانی و برعکس در آن خبری نیست. مشتری همچنین برخلاف زمین که دمای سطحی خویش را از خورشید دریافت می‌دارد، سیاره‌ای است که از دمای درونی برخوردار است و فقط اندکی از دمای خورشیدی بهره‌مند می‌گردد. و سرانجام سرعت چرخش ۱۰ ساعته مشتری را که نقش عمده‌ای در شکل‌گیری ابرها برعهده دارد، نیز نباید فراموش کرد.

پژوهش‌های سال‌های اخیر نشان می‌دهد که نوارها یا رگه‌های سطحی برجیس و همچنین عوارضی چون لکه‌های سرخ از عدم ثبات جو مشتری حکایت می‌کنند.

ترکیبات جو برجیس که در بخش‌های زیرین ابرهای آن اندازه‌گیری شده به شرح زیر است:

عیدرز	حدود ۹۰ درصد حجم
HD	حدود $1/8 \times 10^{-3}$ درصد حجم
هلیوم	حدود $4/5$ درصد حجم
متان	حدود 7×10^{-2} درصد حجم
متان نوع دوم	حدود 3×10^{-5} درصد حجم
آمونیاک	حدود 2×10^{-2} درصد حجم
اتان	حدود 10^{-2} درصد حجم
استیل	حدود 10^{-2} درصد حجم
بخار آب	حدود 10^{-4} درصد حجم
سفین	حدود 10^{-6} درصد حجم
مونواکسید کربن	حدود 10^{-7} درصد حجم
تتراهیدرید جرمینم	حدود 10^{-7} درصد حجم

قمرهای مشتری

SATELLITES

خانواده مشتری از ۱۶ قمر شناخته شده تشکیل یافته و بزرگترین مجموعه در منظومه خورشیدی را پدید آورده‌اند. عمده‌ترین قمرهای برجیس چهارتا هستند که به ترتیب از داخل به خارج یو Io، اروپا Europa، گانیمد Ganymede و کالیستو Callisto نام دارند. چون گالیله نخستین کسی است که قمرهای چهارگانه بالا را به کمک

تلسکوپ کشف کرده، لذا آنها را اقمار گالیله نیز می‌گویند. قمرهای گالیله کلا^۲ همزمان هستند و مدت چرخش و گردش آنها با هم برابر است.

علاوه بر قمرهای گالیله چهار قمر کوچک بنام آمالته^۳ Amalthea و آدراستئا^۴ Adrastea یا J1 و J2 و J3 در تصویرهای مخابره شده بوسیله فضا ناو ویجر کشف گردید که همگی در مدار درونی قمر یو قرار گرفته‌اند. در آن سوی مدار قمرهای گالیله یعنی بعد از مدار کالیستو، هشت قمر کوچک دیگر که بی‌شابهت به سیارگان به دام افتاده نیستند، به گرد مشتری در گردشند که نام آنها به ترتیب از داخل به خارج عبارت است از:

لدا Leda، هیمالیا Himalia، لیسیتئا^۵ Lysithea، الارا Elara، آنکه^۶ Ananke، کارمه Carme، پاسیفه^۷ Pasiphae و سینوپه^۸ Sinope که چهارتای آخر که بیرونی‌ترین قمرهای برجیس هستند، در خلاف گردش دیگر اقمار به دور مادر خویش می‌گردند. متأسفانه هیچکدام از فضا ناوهای پایونیر و یا ویجر از این اقمار اطلاعی بدست نیاوردند.

در سال ۱۹۷۵ چارلز کوال^۹ Charles Kowal از رصدخانه پالمار Palomar گزارش داد که قمر دیگر یا سیارکی نیز به قدر ۲۱، در فاصله دوری به گرد مشتری گردش می‌کند که تا این تاریخ هنوز وجود آن محقق و ثابت نگردیده است.

قمرهای مشتری کلا^{۱۰} از ارزش علمی بسیاری برخوردارند، زیرا بررسی حرکات آنها ما را به چگونگی جرم و گرانش این سیاره غول آسا راهنمایی می‌کند و حل مسائل مهمی مانند اندازه‌گیری سرعت نور را امکان‌پذیر می‌سازد.

قمرهای برجیس از نظر وضع مدار به سه دسته تقسیم می‌گردند. دسته درونی که از اقمار گالیله و آمالته^{۱۱} و سه قمر کوچک J1 و J2 و J3 تشکیل یافته است، روی مدارهایی که خیلی به دایره نزدیک بوده و در امتداد سطح نیمگان مشتری قرار گرفته‌اند به دور برجیس گردش می‌کنند.

دسته میانی مرکب از چهار قمر لدا، هیمالیا، لیسیتئا^{۱۲} و الارا است که بطور متوسط حدود ۱۱ میلیون کیلومتر از مشتری فاصله دارند و مدار آنها در مقایسه با مدار دسته درونی خارج از مرکزی بیشتری داشته و سطح مدارشان نیز نسبت به سطح استواء برجیس حدود ۳۰ درجه میل دارد.

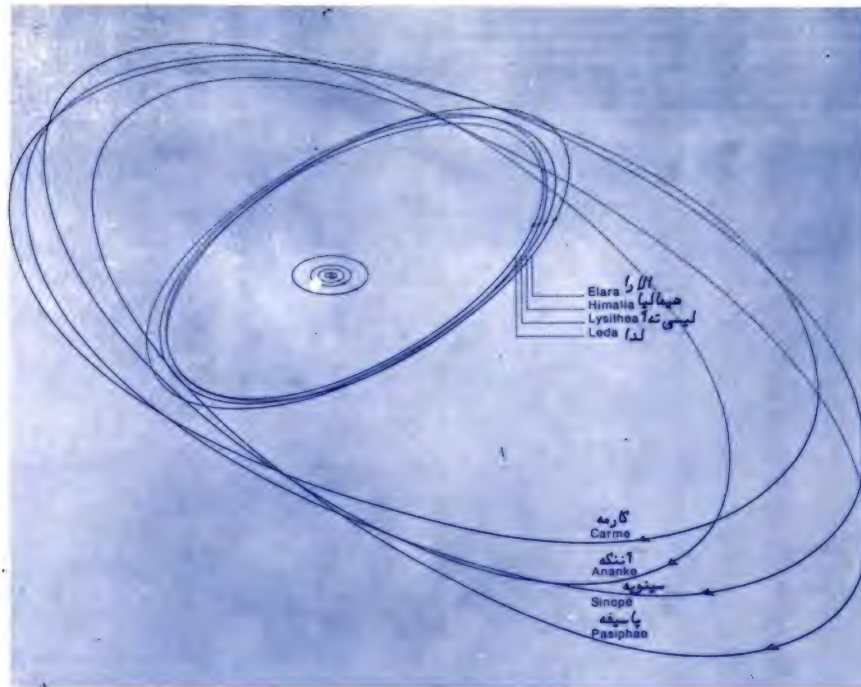
قمرهای دسته بیرونی که آنکه^{۱۳}، کارمه، پاسیفه و سینوپه نام دارند، کلا^{۱۴} در جهت مخالف گردش دیگر اقمار به دور مشتری گردش می‌کنند و سطح مدارشان نسبت به سطح استواء برجیس بین ۱۵۰ تا ۱۶۰ درجه میل دارد و فاصله آنها از مشتری حدود ۲۱ میلیون کیلومتر است.

برای اینکه با قمرهای برجیس بیشتر آشنا شویم در صفحه‌های آینده آنها را از درونی‌ترین قمر یعنی J3 تا بیرونی‌ترین آنها یعنی سینوپه به ترتیب زیر بررسی خواهیم کرد.

قمرهای درونی مشتری

Intermost Group Satellites

J3 - درونی‌ترین قمر مشتری J3 است که همراه با قمرهای J1 و J2 در تصویرهای ارسالی سال ۱۹۷۹ فضا ناو ویجر کشف گردید. این قمر که قطر آن حدود ۴۰ کیلومتر است در فاصله‌ای معادل ۲۰۰،۵۶ کیلومتر از فراز ابرهای مشتری به دور برجیس گردش می‌کند و در حقیقت نزدیک‌ترین



قمرهای مشتري

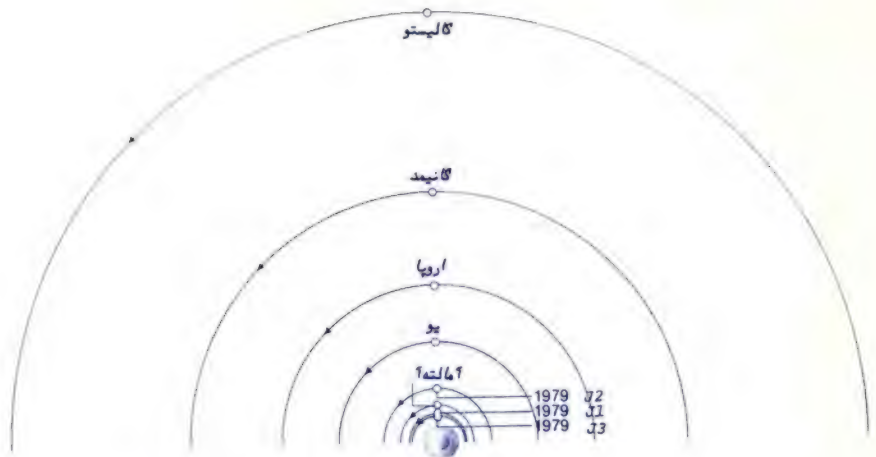
شماره	قمر	کاشف	سال کشف	فاصله متوسط از مرکز مشتري km	قطر km	قدر	میل مدار برجسب درجه	خارج از مرکزی مدار	مدت گردش نجومی بر حسب روز	مدت گردش اقترانی d hr min sec
XVI	J3-79	Synnott	1980	127,600	≈ 40	?	?	?	0.295	?
XIV	J1-79	Jewitt & Danielson	1979	≈ 128,400	≈ 35	< 20	?	?	0.297	?
V	مالیتا	Barnard	1892	181,300	155 × 270	14.1	0.4	0.003	0.498	0 11 57 27.6
XV	J2-79	Synnott	1980	225,000	≈ 75	< 20	?	?	0.678	?
I	یو	Galileo, Marius	1610	421,600	3,632	4.9	0.0	0.0001	1.769	1 18 28 35.9
II	اروپا	Galileo, Marius	1610	670,900	3,126	5.3	0.5	0.0001	3.551	3 13 17 53.7
III	گانیمد	Galileo, Marius	1610	1,070,000	5,276	4.6	0.2	0.0014	7.155	7 03 59 35.9
IV	کالیستو	Galileo, Marius	1610	1,883,000	4,820	5.6	0.2	0.0074	16.689	16 18 05 06.9
XIII	لدا	Kowal	1974	11,100,000	8	20	26.7	0.1478	238.7	254
VI	همالیا	Perrine	1904	11,470,000	170	13.5	28	0.1580	250.6	266
X	لیسی ته	Nicholson	1938	11,710,000	19	18.4	29	0.1074	259.2	276
VII	آلارا	Perrine	1905	11,743,000	80	15.8	28	0.2072	259.7	276
XII	آننگه	Nicholson	1951	20,700,000	17	18.6	147	0.169	631	551
XI	کارمه	Nicholson	1938	22,350,000	24	17.9	163	0.207	692	597
VIII	پاسیفه	Melotte	1908	23,300,000	27	18.6	148	0.410	744	635
IX	سینوپه	Nicholson	1914	23,700,000	?	18.1	157	0.275	758	645



قمرهای گالیله کمابیش با سیارات کوچک برابرند. بطور نمونه قطر گانیمد بزرگتر از سیاره تیر است و غیر از قمر اروپا بقیه اقمار گالیله از ماه زمین بزرگترند.

نام جدید قمرهای J3 و J1 و J2 به ترتیب عبارتست از: آدراستا، متیس، Metis و تبه Thebe.

مدار قمرهای چهارگانه گالیله که مهمترین اقمار برجی هستند در فاصله متوسط دو میلیون کیلومتری مشتری جای دارد. قمرهای J_1 ، J_2 و J_3 و همچنین آمالته که در فاصله کمتر از ۴۰۰ هزار کیلومتری به دور مشتری گردش می‌کنند، در این شکل دیده می‌شود.



شد، این قمر مدت‌ها پیش از سفرهای فضائی شناسائی گردیده و اطلاعات مخاברה شده از ویجرها بر آگاهی ما افزوده است.

ویجر ۱ تا فاصله ۱۰۰،۴۲۰ کیلومتری به آمالته نزدیک شد و ویجر ۲ از فاصله ۵۵۸،۲۷۰ کیلومتری آن گذشت و هر دو سفینه عکس‌های جالبی از آن به زمین ارسال داشته‌اند.

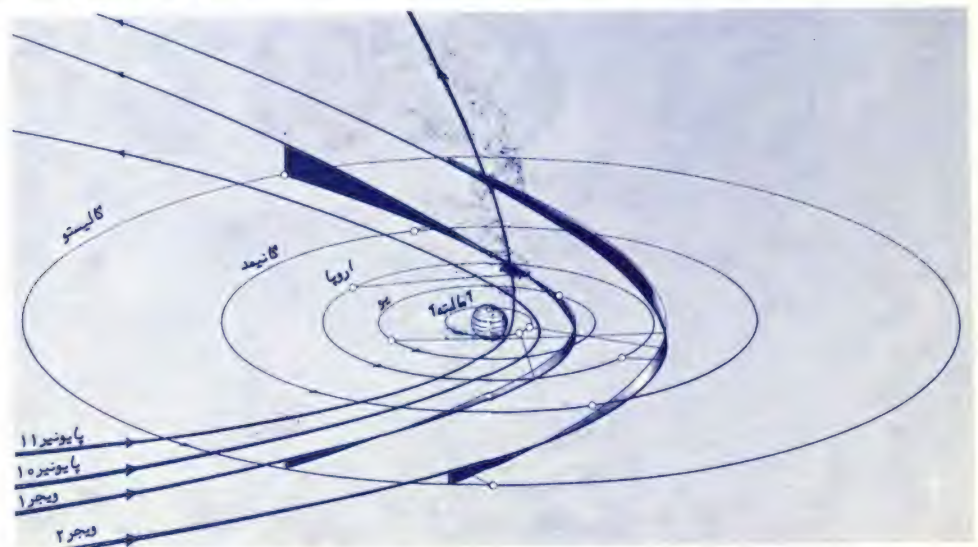
آمالته تقریباً بیضی است، قطر بلند آن ۲۷۰ کیلومتر و قطر کوتاه‌اش ۱۵۵ کیلومتر است و شکل نامنظم آن از تراکم زیاد قمر مزبور حکایت می‌کند. کاوش‌ها و پژوهش‌های فضائی و اطلاعات بدست آمده حاکی است که آمالته علاوه بر دریافت تشعشعات خورشیدی از تشعشعات برجیس نیز بهره‌مند است و احتمالاً دمای اضافته‌تری از طریق جریان‌های الکتریکی القاء شده بوسیله میدان مغناطیس مشتری نیز دریافت می‌دارد.

رنگ آمالته به قرمز مایل است و سطح آن به احتمال زیاد از گوگرد پوشیده شده. در تصاویری که توسط ویجرها ارسال گردیده است، چهار عارضه نسبتاً عمده به شکل دوگود شهابی و دو کوه در سطح آن به چشم می‌خورد. از آنجائی که قطر ظاهری این قمر از دیدگاه مشتری ۷ دقیقه و ۲۴ ثانیه است و از سوی دیگر قطر ظاهری خورشید از دیدگاه سیاره مزبور کمتر از ۶ دقیقه می‌باشد، لذا آمالته می‌تواند در برجیس خورگرفت کامل

قمر به سطح مشتری محسوب می‌گردد. مدت گردش J_3 به دور مشتری ۷ ساعت و ۵ دقیقه به طول می‌کشد.

J_1 — بعد از J_3 و پیش از آمالته قرار دارد و همانند قمر J_3 در تصاویر ارسالی سال ۱۹۷۹ فضا ناو ویجر کشف شده است. این قمر که درون حلقه مشتری قرار گرفته در ثبات و پایداری حلقه مزبور نقش ارزنده‌ای دارد و شکل آن ظاهراً تخم مرغی است و قطر آن بین ۳۰ تا ۴۰ کیلومتر است. نسبت بازتاب قمر مزبور از ۰/۵ تا ۰/۵ کمتر است و به همین دلیل احتمالاً از جرم انبوهی برخوردار است. قمر J_1 در فاصله حدود ۵۷،۰۰۰ کیلومتری سطح برجیس قرار گرفته و مدت گردش آن ۷ ساعت و ۸ دقیقه به درازا می‌کشد.

آمالته Amalthea — این قمر که در سال ۱۸۹۲ بوسیله ادوارد امرسون بارنارد Edward Emerson Barnard کشف گردید، در واقع آخرین قمری است که توسط مشاهدات مستقیم در مقابل دیدگان زمینی قرار گرفته است. آمالته به اندازه‌ای ضعیف و کم‌نور و به حدی به مشتری نزدیک است که دیدار مستقیم آن به دشواری انجام می‌گیرد. همانطوری که اشاره



مسیر ناوهای فضائی — مسیر فضا ناوهای چهارگانه‌ای که به دیدار مشتری مامور گردیده‌اند در این شکل نشان داده شده است. پایونیرهای ۱۰ و ۱۱ که عمدتاً برای بررسی خود مشتری مامور شده بودند تنها چند عکس کم‌اهمیت از قمرهای برجیس به زمین مخاברה کردند. ولی فضا ناوهای ویجر بین ۵۰ تا ۹۰ درصد سطح اقمار گالیله را بخوبی عکسبرداری نمودند.

قمرهای گالیله — تلسکوپ‌های کوچک و حتی دوربین‌های دو چشمی خوب قادرند قمرهای گالیله را در معرض دید قرار دهند. این عکس‌ها که در ۲۵ و ۳۰ ژانویه ۱۹۵۵ از رصدخانه مک‌دونالد برداشته شده‌اند. قمرهای گالیله را نشان می‌دهند.



ایجاد نماید.

فاصله آماالتهآ از سطح برجیس ۱۰۹،۹۰۰ کیلومتر و مدت گردش آن به دور سیاره مادر ۱۱ ساعت و ۵۷ دقیقه به درازا می‌کشد. J_2 — این قمر که در مداری میان آماالتهآ و یو قرار گرفته، دومین قمری است که در عکس‌های مخایره شده بوسیله ویجر کشف گردیده است. اندازه J_2 بین ۷۰ تا ۸۰ کیلومتر است و مدار آن ۱۵۱،۰۰۰ کیلومتر از سطح فوقانی ابرهای مشتري فاصله دارد. مدت گردش J_2 ۱۶ ساعت و ۱۶ دقیقه است و تا این تاریخ* اطلاع دیگری از آن در دست نیست.

چهار سیاره که انسان از وجود آنها تا این تاریخ بی‌خبر بوده است، آگاه سازم

کشف گالیله از اهمیت بسزائی برخوردار است، زیرا باورهای گذشته را مبنی بر اینکه زمین مرکز عالم است و کائنات به دور آن طواف می‌کند، کلاً به یکسو نهاد و با تجسم منظومه مشتري زمین را از مرکز کائنات بیرون کشید و به گرد خورشید به گردش درآورد.

بهرحال حتی دوربین‌های کوچک نیز قادرند قمرهای گالیله را در برابر دیدگان ما نمایان سازند و گردش آنها را به دور برجیس نمایش دهند و پدیده‌هائی چون گرفت *Eclips*، پوش *Occultation* و عبور *Transit* اقمار مزبور را از برابر قرص مشتري بخوبی آشکار نمایند.

مدار قمرهای گالیله کلاً "برسطح استواء مشتري منطبق است و به همین جهت طی گردش خویش به دور برجیس گاه در پشت سیاره پنهان می‌گردند و پس از مدتی دوباره ظاهر می‌شوند و پس از عبور از مقابل مشتري، مجدداً به پشت مادر خویش می‌خزند. به کمک تلسکوپ‌های خوب سایه اقمار گالیله را هنگامی که از مقابل قرص مشتري عبور می‌کنند به آسانی می‌توان مشاهده کرد. سایه اقمار مزبور ظاهراً "به صورت لکه‌های تاریکی است که اندازه آنها با جثه قمر متناسب است. قمرهای گالیله گاه هنگام عبور یکدیگر را نیز می‌پوشانند و بدینسان قمری خسوف قمر دیگر را باعث می‌گردد.

خسوف قمر یو بوسیله گانیمد در ۸ فوریه ۱۹۲۰ و گرفت قمر یو بوسیله کالیستو در ۱۸ فوریه ۱۹۳۲ را از جمله رویدادهای مزبور می‌توان برشمرد. برای آشنائی با قمرهای گالیله، آنها را از درونی‌ترین قمر یعنی یو تا بیرونی‌ترین آنها یعنی کالیستو به ترتیب در صفحه‌های آینده بررسی خواهیم کرد؛

قمرهای گالیله

GALILEANS

معمولاً کشف قمرهای چهارگانه بزرگ مشتري را در روز ۷ ژانویه ۱۶۱۰ میلادی به گالیله نسبت می‌دهند، اما حقیقت این است که قمرهای مزبور را قبلاً شخص دیگری بنام سیمون ماریوس *Simon Marius* شناسائی کرده و حتی نام‌هائی برای آنها برگزیده است. دراینکه گالیله درشناسائی این اقمار کوشش بیشتری بکار برده و حرکات آنها را دقیقاً بررسی کرده است، تردیدی نیست و بجا است هر دو نفر را کاشفین واقعی اقمار مزبور بدانیم.

گالیله در گزارش خویش می‌نویسد: خوشبختم جهانیان را از کشف

شنانامه قمرهای گالیله

The Satellites of Galileans

کالیستو	گانیمد	اروپا	یو	
$5/603 \times 10^{-5}$	$7/845 \times 10^{-5}$	$2/565 \times 10^{-5}$	$4/696 \times 10^{-5}$	جرم ، در مقایسه با جرم مشتری برابر ۱
۱/۴۴۸	۲/۰۲۷	۰/۶۶۳	۱/۲۱۳	جرم ، در مقایسه با جرم ماه برابر ۱
۱/۷۹۰	۱/۹۳۰	۳/۰۳۰	۳/۵۳۰	چگالی (تراکم) متوسط برحسب کیلوگرم بر مترمربع
۱/۱۴	۱/۴۳	۱/۴۶	۱/۸۰	گرایش سطحی برحسب متر بر مجذور ثانیه
۲/۳۸	۲/۷۵	۲/۰۹	۲/۵۶	سرعت گیر برحسب کیلوگرم در ثانیه

اروپا

EUROPA

یو

IO

قمر اروپا که با شعاع ۱۵۲۵ کیلومتر کوچکترین قمر گالیله بشمار می آید ، بین یو و گانیمد واقع شده است . چگالی این قمر که از نظر اندازه و جرم تقریباً با ماه برابر است ، حدود $3/3 \times 10^3$ کیلوگرم در مترمکعب است و با نسبت بازتاب ۰/۶۴ بهترین منعکس کننده اقمار گالیله محسوب می گردد .

فضاناو ویجر ۱ از ۲۳۰،۲۳۰ کیلومتری قمر مزبور به آن نزدیک تر نگردید و به همین دلیل تصویرهای آن در مقایسه با تصاویر دیگر اقمار گالیله از وضوح کمتری برخوردار است . عکس های مزبور روی هم رفته نشان می داد که

این عکس که به وسیله ویجر ۱ در چهارم مارس ۱۹۷۹ و از فاصله ۴۲۵،۰۰۰ کیلومتری آمازته برداشته شده ، شکل نامنظم قمر مزبور را به خوبی نشان می دهد .

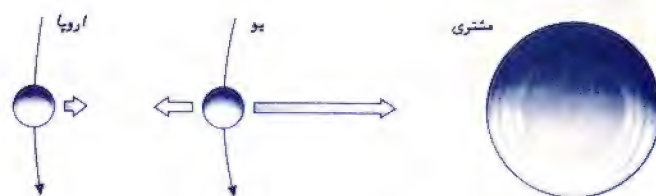


درونی ترین قمر از اقمار گالیله ، یو نام دارد که بعد از J2 و بیش از اروپا واقع شده و شعاع آن ۱۸۲۰ کیلومتر و نسبت بازتاب آن ۰/۶۳ است . یو در میان قمرهای گالیله با چگالی $3/5 \times 10^3$ کیلوگرم در مترمکعب که با چگالی (تراکم) ماه برابری می کند ، تراکم ترین قمر بشمار می آید . تا پیش از مأموریت ویجرها ، کارشناسان بر این گمان بودند که سطح یو همانند ماه از گودهای شهابی پوشیده شده و چهره آبله گونی به قمر مزبور بخشیده است ، اما فضا ناو ویجر ۱ بر این پندار پایان بخشید و نشان داد که قمر یو دارای سطحی پف کرده و کمابیش قابل انعطافی است که نشانه های فراوانی از فعالیت های آذرین در گوشه و کنار آن به چشم می خورد .

تصاویری که به وسیله ویجر ۱ و از فاصله ۱۰۰،۰۰۰ کیلومتری یو تهیه شده ، نشان می دهد که رنگ قمر مزبور قرمز مایل به نارنجی است و عوارض چشمگیر آن به آتشفشان های عظیمی اختصاص یافته که سرعت فوران پاره های از آنها به بیش از یک کیلومتر در ثانیه (یعنی بمراتب سریع تر از سرعت فوران آتشفشان معروف اتنا) بالغ می گردد و ارتفاع فوران ها به ۷۰ تا ۳۰۰ کیلومتر می رسد .

ویجر ۲ نیز که از فاصله ۵۵۸،۲۷۰ کیلومتری قمر یو گذشت ، شرایط حاکم بر یو را دوباره تأیید نمود و افزون بر آن نشان داد که پوسته قمر مزبور از گوگرد و دی اکسید گوگرد تشکیل یافته و مواد گداخته سیلیکاته درونی ، بورا زیر پوشش قرار داده است و هسته آن به یک توده مرکزی احتمالاً جامد اختصاص یافته است .

با وجود کم بودن سرعت گریز یو که قاعدتاً بایستی از توانائی کافی برای نگهداری جو در پیرامون خویش عاری باشد ، مع الوصف پائینتر ۱۰ در دسامبر ۱۹۷۳ وجود جو رقیقی را با فشار کمتر از 10^{-3} پاسکال در اطراف یو نشان می دهد .



قمر یو علاوه بر اینکه از نیروی گرانش مادر خویش متأثر است، از نیروی ثقل دیگر اقمار گالیله به ویژه اروپا نیز رنج می برد. تأثیر نیروهای مزبور بر سطح یو، پوسته پف کرده قابل انعطاف و نسبتاً نرمی را به آن تحمیل کرده و مواد گداخته درونی را به فعالیت های آذرین چشمگیری واداشته است.

قمر اروپا شباهتی با قمر یون دارد و سطح آن تقریباً سفید و هموار است و نشانه ای از آتشفشان و گودهای شهابی در آن دیده نمی شود. ویجر ۲ به اروپا نزدیک تر شد و تصاویر خوب و روشنی از فاصله ۳۰۴،۰۳۰ کیلومتری آن به زمین مخابره نمود. در عکس های مزبور خط های تاریک و روشنی که یکدیگر را قطع می کنند به چشم می خورد که عرضشان به حدود ۴۰ کیلومتر و طول آنها به هزاران کیلومتر می رسد. خطوط مزبور بوسیله شیارهای کوتاهی که به عرض ۱ کیلومتر قطع می گردند، پوسته هموار و تقریباً صاف اروپا را این تصور را ایجاد می کند که سطح قمر مزبور را پوسته ای از یخ به ستبرای حدود ۱۰۰ کیلومتر فرا گرفته و پوسته های آن را آب یخ بسته ای پوشانیده و ظاهراً "ناهمواری ها را مخفی ساخته است."



این عکس که به وسیله ویجر ۲ از قمر یون تهیه شده، فعالیت وسیع یکی از آتشفشانها را که پله *Pele* نام دارد، نشان می دهد. دامنه فعالیت های این آتشفشان تا ۱،۲۰۰ کیلومتر گسترده است.

گانیمد

GANYMEDE

قمر گانیمد که میان قمرهای اروپا و کالیستو قرار گرفته، بزرگترین قمر مشتری است. این قمر با دارا بودن نسبت بازتابی برابر ۰/۴ و شعاعی معادل ۲۶۳۵ کیلومتر یکی از بزرگترین قمرهای منظومه خورشیدی است که بوسیله تلسکوپ بخوبی دیده می شود. چگالی سراسری گانیمد تقریباً دو برابر آب است و از این رو می توان استنباط نمود که نیمی از سنگ و نیمی از یخ آب تشکیل یافته و پوسته ای از یخ و مواد سنگی پیرامون توده سیلیکاته درونی آن را فرا گرفته است. گانیمد درون مغناطکره برجیس گردش می کند و نشانه ای از جو در پیرامون آن دیده نمی شود.

ویجر ۱ از فاصله ۱۱۲،۰۳۰ کیلومتری گانیمد عبور نمود و ویجر ۲ با فاصله ای برابر ۵۹،۵۳۰ کیلومتر از هشتاد درصد سطح آن عکسبرداری کرد. گانیمد در نخستین نگاه به ماه می ماند، زیرا چهره آن را گودهای فراوانی آبله گون ساخته است. اگر گودهای قمر مزبور را از گونه شهابی فرض نمائیم، ناگزیر باید بپذیریم که سطح گانیمد که عمدتاً از یخ تشکیل یافته، در روزگار گذشته بشدت زیر بمباران های شهابی قرار داشته است.

آزمایش ها و بررسی ها نشان می دهند که سطح گانیمد در برابر وزن زیاد از استقامت کافی برخوردار نیست و میزان آب آن احتمالاً از آب قمر اروپا بیشتر است.

کالیستو

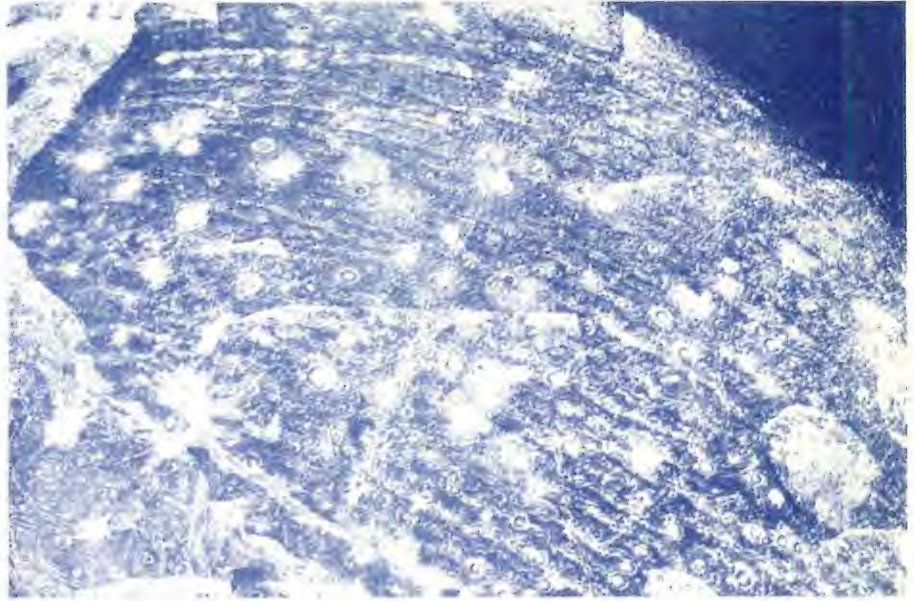
CALLISTO

کالیستو بیرونی ترین قمر از اقمار گالیله است که درون مغناطکره مشتری و در آن سوی کمر بندهای تشعشی اصلی به گرد برجیس در گردش است و به همین دلیل تا اندازه ای از اثرات ذرات نیرومند و یا تشعشعات حرارتی مادر خویش در امان است. شعاع این قمر حدود ۲۵۰۰ کیلومتر است و چگالی آن 1.6×10^3 کیلوگرم در متر مکعب است و از این بابت کم چگال ترین قمر گالیله بشمار می آید. کالیستو از نظر بازتاب نور ضعیف است و نسبت آن از ۰/۲ تجاوز نمی کند، از آنجائی که ابعاد و چگالی قمر مزبور با دقت کافی اندازه گیری نشده لذا آگاهی ما نیز از کالیستو به همان میزان

در نواحی نیمگانی اروپا، عوارض تاریک و روشن وجود دارد که احتمالاً به گونه ای بمباران های شهابی وابسته اند.

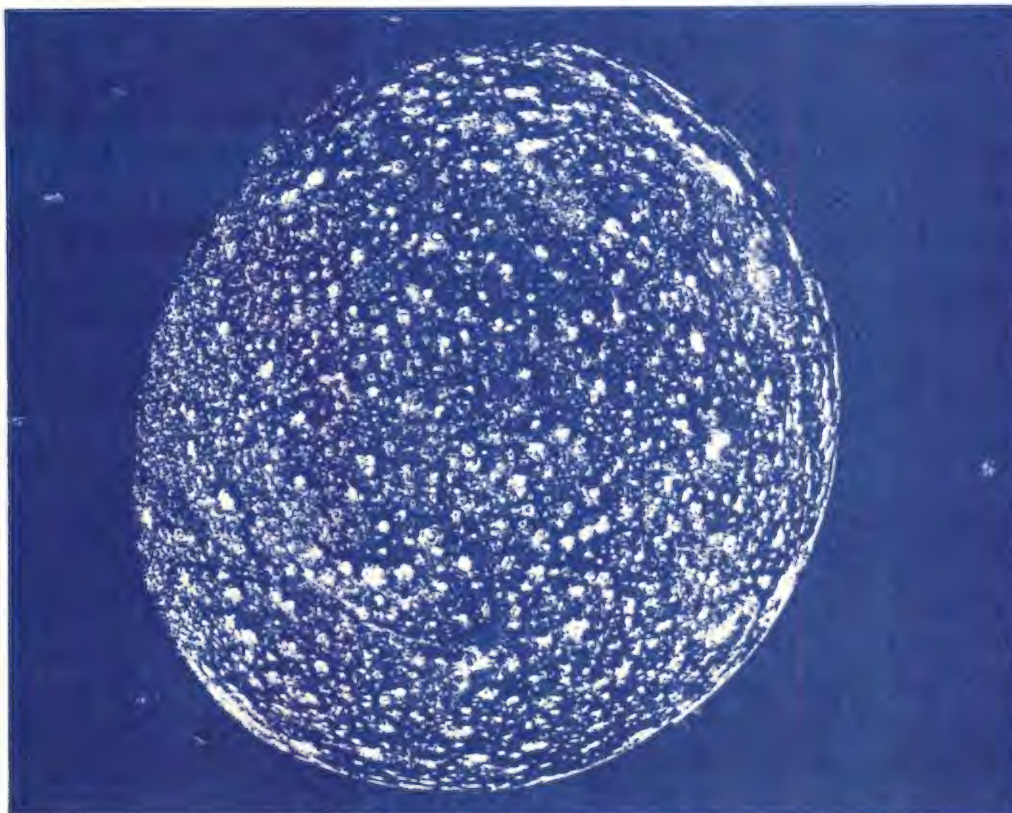


یکی از واحی بسیار پهناور و چشمگیر گانیمد، منطقه‌ای است بنام کالیله که گودهای بسیاری در آن دیده می‌شود. سطح منطقه مزبور که عمدتاً از یخ پوشیده شده سینا هموار است و قطر آن به ۳،۲۰۰ کیلومتر می‌رسد.



حدود ۸۰ درصد سطح آن موفق گردید، بررسی‌های بعمل آمده آشکار می‌سازد که پوسته یخی کالیستو با بیش از ۴ هزار میلیون سال عمر، یکی از کهن‌ترین چهره‌های منظومه خورشیدی است. سطح کالیستو از گودهای گوناگون اشباع شده و علاوه بر آن یک سری دوایر متحد‌المركز نیز در گوشه و کنار آن به چشم می‌خورد که احتمالاً در پی چروکیدن سطح پوسته قمر مزبور پدید آمده‌اند.

محدود است. ساختمان درونی کالیستو ساده‌تر از گانیمد است و تقریباً محقق است که پوسته آن از یک لایه سنگ و یخ به ضخامت حدود ۳۰۰ کیلومتر تشکیل یافته و در زیر آن توده‌ای از آب انباشته گردیده و در میان آن هسته‌ای از مواد سیلیکاته بنام توده مرکزی جای گرفته است. ویجر ۱ از فاصله ۱۲۳،۹۵۰ کیلومتری کالیستو گذشت و ویجر ۲ نیز قمر مزبور را از فاصله ۲۱۲،۵۱۰ کیلومتری دیدار نمود و به عکسبرداری از



سطح کالیستو از گودهای شهابی فراوان آبله‌گون شده و عوارضی به شکل دوایر متحد‌المركز در گوشه و کنار آن دیده می‌شود.

قمرهای میانی*Mid Group*

بعد از مدار کالیستو چهار قمر دیگر به دور مشتری در گردشند که جملگی کوچک بوده و به وسیله فن عکسبرداری کشف گردیده‌اند. قمرهای میانی که کلا" روی مدارهایی به فاصله تقریبی ۱۱ میلیون کیلومتر از مشتری قرار گرفته‌اند به ترتیب عبارتند از لدا، هیمالیا، لیسی‌تآ و الارا. حرف آخر قمرهای میانی مشتری به آ (a) ختم می‌گردد.

لدا*Leda*

این قمر که در مداری به فاصله متوسط ۱۱،۱۰۰،۰۰۰ کیلومتر به دور مشتری گردش می‌کند و بین مدار کالیستو و هیمالیا قرار گرفته در سال ۱۹۷۴ به وسیله چارلز کوال *Charles Kowal* عضو رصدخانه پالومار کشف گردید. قطر تقریبی لدا ۸ کیلومتر است و با دارا بودن قدری معادل ۲۰ یکی از کم نورترین اجرام منظومه خورشیدی بشمار می‌آید. یک دور گردش قمر مزبور ۲۳۸ روز و ۱۶ ساعت و ۴۸ دقیقه به درازا می‌کشد.

هیمالیا*Himalia*

این قمر به وسیله سی دی پیرین *C.D. Perrine* عضو رصدخانه لیک از روی عکسی که در سال ۱۹۰۴ برداشته شده بود، همراه با قمر الارا کشف گردید. هیمالیا که بعد از مدار لدا در فاصله متوسط ۱۱،۴۷۰،۰۰۰ کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کند، دارای قطری معادل ۱۷۰ کیلومتر است و در مدتی برابر ۲۵۰ روز و ۱۴ ساعت و ۲۴ دقیقه یک بار به دور مشتری گردش می‌کند.

لیسی‌تآ*Lysithea*

قمر لیسی‌تآ طی جنگ جهانی دوم یعنی در تاریخ ۶ ژوئیه ۱۹۳۸ به وسیله نیکولسون *S.B. Nicholson* عضو رصدخانه مونت ویلسون کالیفرنیا کشف گردید. لیسی‌تآ بین هیمالیا و الارا قرار گرفته و روی مداری به فاصله متوسط ۱۱،۷۱۰،۰۰۰ کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کند. قطر این قمر حدود ۱۹ کیلومتر است و یک دور گردش کامل آن ۲۵۹ روز و ۴ ساعت و ۴۸ دقیقه به درازا می‌کشد.

الارا*Elara*

الارا همانند هیمالیا از روی عکسی که در سال ۱۹۰۴ برداشته شده بود، به وسیله سی دی پیرین *C.D. Perrine* کشف گردید. این قمر که بعد از لیسی‌تآ قرار دارد، روی مداری به فاصله متوسط ۱۱،۷۴۳،۰۰۰ کیلومتر به دور مشتری گردش می‌کند. قطر آن حدود ۸۰ کیلومتر و مدت گردش آن به دور برجیس ۲۵۹ روز و ۱۶ ساعت و ۴۸ دقیقه است.

قمرهای بیرونی مشتری*Outermost Group*

این دسته از اقمار که تعدادشان همانند قمرهای میانی ۴ تا است،

برخلاف دیگر قمرهای مشتری دارای گردش پس رونده یا نهفتائی هستند و به ترتیب از داخل به خارج عبارتند از آنکه، کارمه، پاسیفه، و سینوپه. قمرهای بیرونی که حرف آخر آنها به ا (a) پایان می‌یابد کلا" روی مدارهایی به فاصله ۲۰ تا ۲۴ میلیون کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کنند.

آنکه*Ananke*

قمر آنکه در سال ۱۹۵۱ به وسیله اس. بی. نیکولسون *S.B. Nicholson* کشف شد. این قمر که درونی‌ترین قمر از اقمار بیرونی مشتری محسوب می‌شود، بعد از مدار الارا جای دارد و فاصله آن از مشتری ۲۰،۷۰۰،۰۰۰ کیلومتر است. قطر آنکه حدود ۱۷ کیلومتر و مدت گردش آن به دور برجیس ۶۳۱ روز است.

کارمه*Carme*

کارمه در ۳۰ ژوئیه ۱۹۳۸ یعنی در گیرودار جنگ جهانی دوم به وسیله اس. بی. نیکولسون *S.B. Nicholson* عضو رصدخانه مونت ویلسون کالیفرنیا کشف گردید. این قمر در مداری بعد از آنکه جای دارد و فاصله متوسط آن از مشتری ۲۲،۳۵۰،۰۰۰ کیلومتر است. قطر آنکه حدود ۲۴ کیلومتر و مدت گردش آن به دور برجیس ۶۳۱ روز است.

پاسیفه*Pasiphae*

این قمر به وسیله پی. جی ملوت *P.J. Melotte* عضو رصدخانه گرینویچ در ۲۷ ژانویه ۱۹۰۸ کشف گردید. پاسیفه که مدار آن بین کارمه و سینوپه جای دارد، به فاصله متوسط ۲۳،۳۰۰،۰۰۰ کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کند. قطر این قمر حدود ۲۷ کیلومتر و مدت گردش آن به دور مشتری ۷۴۴ روز است.

سینوپه*Sinope*

قمر سینوپه در ۲۱ ژوئیه ۱۹۱۴ به وسیله اس. بی. نیکولسون *S.B. Nicholson* هنگامیکه مشغول عکسبرداری از پاسیفه بود، کشف شد. این قمر که بیرونی‌ترین قمر از اقمار شناخته شده مشتری می‌باشد، در فاصله ۲۳،۷۰۰،۰۰۰ کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کند. قطر آن حدود ۲۱ کیلومتر و مدت گردش آن به دور مشتری ۷۵۸ روز است. در پایان این مطلب لازم اشاره شود که در زمینه ویژگی‌های طبیعی قمرهای میانی و بیرونی مشتری اطلاعی در دست نیست و ماموریت فضا ناوهای ویجر نیز کمکی در این راه نبوده‌است. علاوه بر آن مسلم این‌است که هنوز خانواده مشتری به درستی شناخته نشده و به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد.

حلقه‌های مشتری

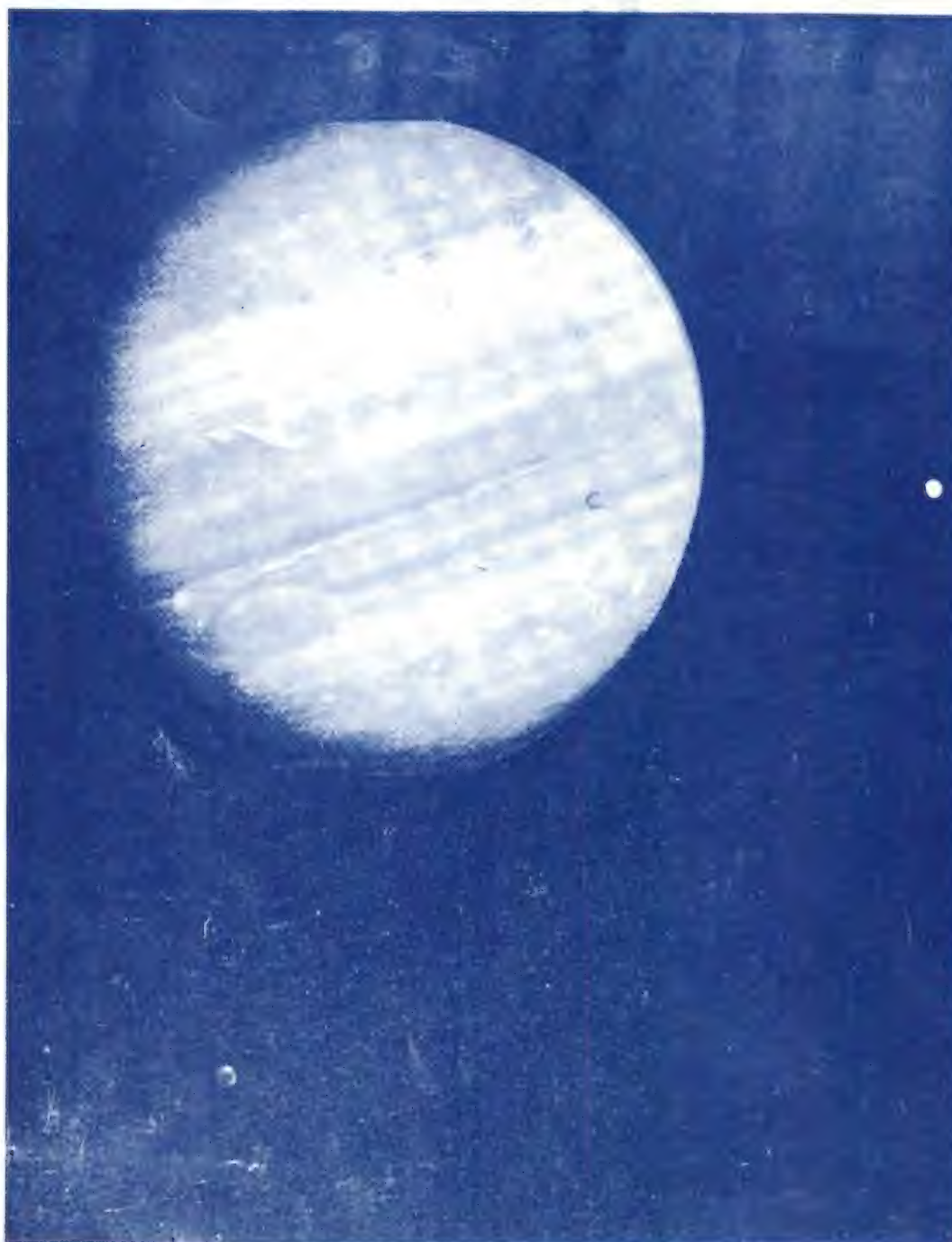
RINGS

کشف حلقه‌های مشتری بی‌گمان مسئلای است بس غیر منتظره و بسیار

ذرات آن تا سطح مشتری همچنان گسترش یافته و احتمالاً با اکسیژن سطوح فوقانی جو برجیس پیوند یافته باشند.

حلقه‌های مشتری دارای رنگ نارنجی بوده و از عبار نسبتاً انبوهی تشکیل یافته‌اند. قمرهای درونی J_1 و J_3 در ارتباط با حلقه‌های مزبور از نقش مهمی برخوردارند. بطور مثال قمر J_1 که دقیقاً در لبه خارجی حلقه واقع است، ضمن گردش خویش ذرات لبه مزبور را جارو کرده و همواره آن را مشخص و چشمگیر جلوه‌گر می‌سازد.

شکفت‌انگیز. این حلقه‌ها که در ماموریت‌های ویجر ۱ و ۲ کشف شد از خرده اجرامی تشکیل یافته‌اند که در حد فاصل مدار قمر آملته‌آ و سطح مشتری به دور سیاره برجیس در گردشند. پدیده مزبور حلقه‌های نسبتاً باریک و درخشانی هستند که شعاع لبه خارجی آنها $140 + 126380$ کیلومتر و یا معادل $1/772$ برابر شعاع برجیس است. در لبه داخلی حلقه‌های مشتری نوار درخشان باریکی به عرض حدود 800 کیلومتر جای دارد که در فاصله تقریبی $125,580$ کیلومتری سطح مشتری واقع است و به نظر می‌رسد که



در این عکس که از فاصله $28/4$ میلیون کیلومتری برجیس به وسیله ویجر ۱ در ۵ فوریه ۱۹۷۹ برداشته شده، سه تا از قمرهای گالیله به نام کالیستو (گوشه یائیں سمت چپ)، اروپا (حاشیه سمت راست) و یو (روی قرص مشتری) دیده می‌شوند.

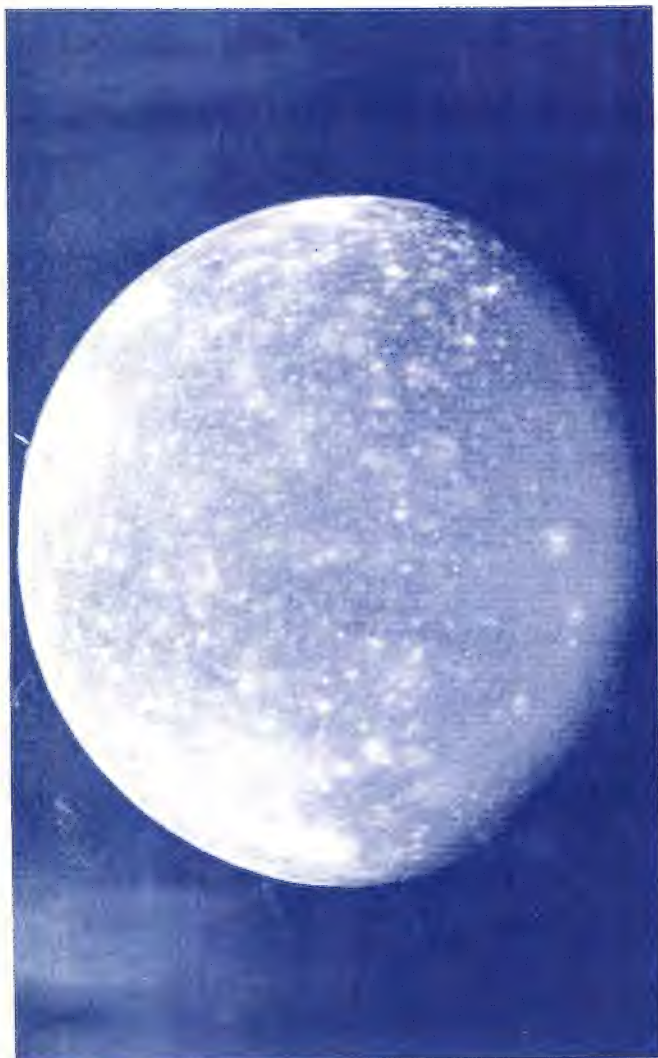


این عکس که از فاصله ۸۶۲۰۵۵۵ کیلومتری فمربو به وسیله وسیله وجر ۱ در ۴ مارس ۱۹۷۹ برداشته شده، آنفیسایی را در حالت فعالیت، نشان می‌دهد.



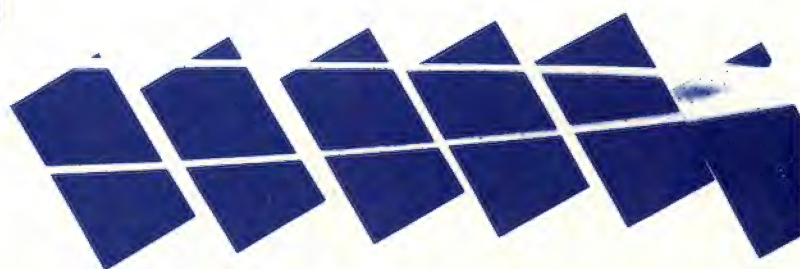
اس عکس به وسیله ویجر ۲ در ۹ ژوئیه ۱۹۷۹ از فاصله ۲۴۱۰۰۰۰ کیلومتری قمر اروپا تهیه شده.

قمر گانیمد از فاصله ۱/۲ میلیون کیلومتری که به وسیله ویجر ۲، در روز هفتم ژوئیه ۱۹۷۹ عکسبرداری شده است.



قمر کالیستو از فاصله ۱/۲ میلیون کیلومتری که به وسیله ویجر ۱، در روز پنجم مارس ۱۹۷۹ عکسبرداری شده است.

این موزائیک که عکس‌های آن از فاصله ۱۰۵۵۰۰۰۰ کیلومتری برجیس در ۱۰ ژوئیه ۱۹۷۹ برداشته شده، بخشی از حلقه‌های مشتري را نشان می‌دهد.



کیوان (زحل)

SATURN



از اسم پدر ژوپتر (مشتری) نخستین فرمانروای اساطیری کوه المپ اقتباس گردیده است . جرم این سیاره ۹۵ بار بیشتر از زمین و اندازه آن از کلیه اعضای خانواده خورشید ، غیر از برجیس بزرگتر است .

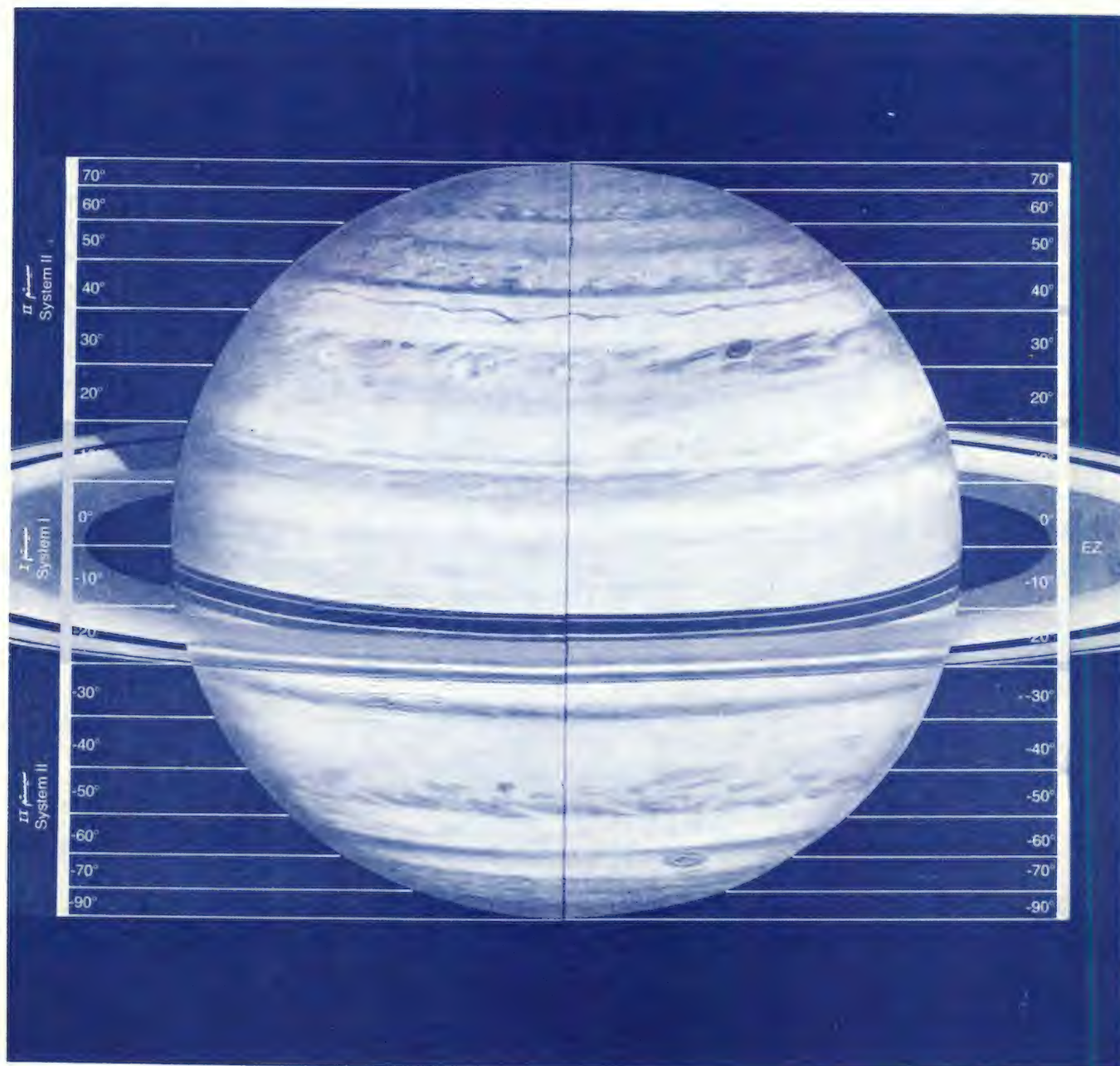
زحل بیش از ۲۰ قمر شناخته شده دارد که در میان آنها تیتان *Titan* تنها قمر منظومه خورشیدی است که از یک جو انبوه بهره مند است .

کیوان روی مداری به فاصله متوسط ۱۴۲۷ میلیون کیلومتر به دور خورشید گردش می کند ، مدار این سیاره همانند دیگر سیارات ، خارج از مرکزی داشته و فاصله آن در پری هلیون به ۱۳۴۷ میلیون کیلومتر و در افلیون به ۱۵۰۷ میلیون کیلومتر می رسد . کیوان کم چگال ترین سیاره در منظومه خورشیدی است و مدت گردش آن به دور خورشید ۱۰۷۵۹/۲ روز زمینی به درازا می کشد .

ویژگی های کیوان

CHARACTERISTICS OF SATURN

کیوان که در مرز جهان شناخته شده روزگار گذشته قرار دارد ، ششمین سیاره از منظومه خورشیدی است . نام لاتین کیوان یعنی ساترن *Saturn*



۱۰۸،۰۰۰ کیلومتر و قطر نیمگانی آن ۱۲۰،۶۶۰ کیلومتر است. زحل در مقایسه با مشتری دارای ظاهری نسبتاً آرام و برعکس از ثبات کمتری برخوردار است. با وجودی که لایه زیرین سیاره مزبور را ابرها و غبارهای مالدودوانبوهی پوشانیده است. ولی همواره نوار نسبتاً عریضی از نواحی نیمگانی آن که بدویزه در مقایسه با نواحی قطبی و عرض متوسط، دستخوش تغییر چهره کمتری است، در معرض دید قرار دارد.

حلقه‌های زحل

The Rings

زیبائی و شکوه کیوان مدیون پدیده‌ای بنام حلقه‌های آن است. حلقه‌های عمده زحل سه‌تا هستند که از خارج به داخل به ترتیب با حروف A و B و C نامگذاری می‌شوند. حلقه‌های A و B به وسیله شکاف کاسینی Cassini Division از هم جدا می‌شوند و حلقه A نیز خود جداگانه به وسیله شکاف دیگری بنام انکه Enke به دو قسمت می‌گردد. علاوه بر حلقه‌های سه‌گانه بالا، حلقه دیگری بنام D بین حلقه C و سطح سیاره وجود دارد که به وسیله شکاف فرنچ French از هم جدا شده و نیز در خارج از حلقه A حلقه دیگری بنام حلقه F موجود است که آن نیز به وسیله شکاف پایونیر Pioneer از حلقه A به دور افتاده است و در آن سوی حلقه اخیر دو حلقه دیگر نیز بنام G و E به چشم می‌خورد.

شناسنامه کیوان

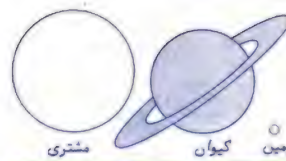
Physical Data

قطر نیمگانی (استوائی)	۱۲۰،۶۶۰ کیلومتر
پختی یا فتردگی قطبین	۰/۱۰۲
جرم	$5/684 \times 10^{26}$ کیلوگرم
حجم در مقایسه با زمین برابر ۱	۷۵۲
چگالی در مقایسه با آب برابر ۱	۰/۷۰
گرانش سطحی در مقایسه با زمین برابر ۱	۱/۱۹
سرعت گریز	۳۵/۶ کیلومتر در ثانیه
چرخش استوائی	۱۰ ساعت و ۱۵ دقیقه
میل محور	۲۶/۷۲ درجه
نسبت بارتاب	۰/۲۳

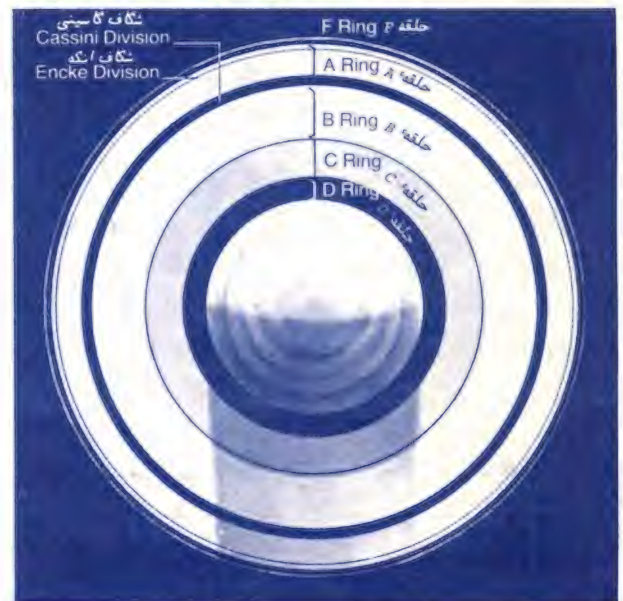
تاریخچه شناخت کیوان

OBSERVATIONAL BACKGROUND

یقیناً شناخت زحل به زمان‌های گذشته بازمی‌گردد، زیرا هنگامی که تابناکی آن به حداکثر می‌رسد از دیگر روشن‌آسمانی به جز شمار معدودی درخشان‌تر می‌شود و بر خودنمایی خویش می‌افزاید. نخستین نشانه‌های شناخت کیوان از مردمان بین‌النهرین قرن هفتم



قطر کیوان از برجیس ۲۲،۲۰۰ کیلومتر کمتر و از زمین حدود ۱۰۷،۸۰۰ کیلومتر بیشتر است.



پیرامون زحل را جوی مرکب از تیدرژن و هلیوم فرا گرفته و بخش‌های درونی آن عمدتاً از تیدرژن مایع و یک هسته نسبتاً کوچک تشکیل یافته است.

کیوان با چهره‌ای درخشان و رنگی مایل به زرد در میان بیشتر ستارگان کاملاً مشخص و چشمگیر است. قدر این سیاره حداکثر ۳/۰- است و پس از ناهید و مشتری و بهرام تابناک‌ترین جرم آسمان زمین بشمار می‌آید. میزان تابناکی کیوان متناسب با زاویه قائم دید حلقه‌های آن متفاوت است، زیرا حلقه‌های مزبور بیشتر از خود سیاره نور را منعکس می‌سازد.

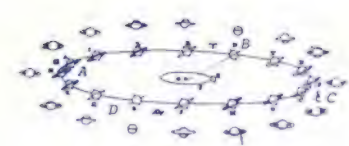
زحل از درون تلسکوپ به کره زرد چهره پخت و خوابیده‌ای می‌ماند که همانند مشتری رگه‌ها و نوارهای تاریک و روشنی بر سطح آن دیده می‌شود. سطح کیوان از جوانبوهی پوشیده شده و جز چند رگه تاریک و روشن که در عرض جغرافیائی جابجا می‌شوند، عارضه ثابتی در آن به چشم نمی‌خورد.

چرخش کیوان

Rotation

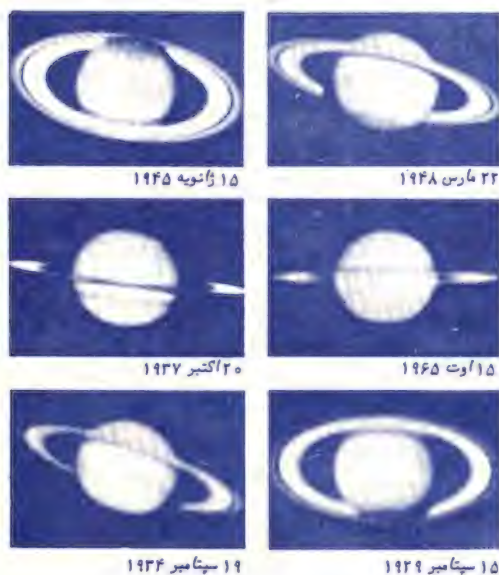
زحل نیز مانند مشتری دارای چرخش سریعی است. زمان چرخش این سیاره در نواحی نیمگانی که به آن سیستم I می‌گویند، ۱۰ ساعت و ۱۵ دقیقه و در نواحی عرض بالا یا سیستم II برابر ۱۰ ساعت و ۳۸ دقیقه و در سیستم III که برپایه امواج رادیویی گسیل‌شده از کیوان طبقه بندی می‌گردد، معادل ۱۰ ساعت و ۳۹/۴ دقیقه است.

چرخش سریع زحل موجب گردیده تا نواحی قطبی آن پخت و نواحی نیمگانی آن برعکس متورم و برآمده گردد و به همین دلیل قطر قطبی کیوان



هویگس معتقد بود که میل سطح حلقه‌های کیوان است به سطح مدار سیاره مریخ و از یک سو و موقعیت فصلی زمین از سوی دیگر باعث می‌شود که حلقه‌های مریخ را در موقعیت‌های A و C در حالت حداکثر مشاهده نماییم، کیوان در چنین موقعیت‌هایی به درخشان‌ترین حالت خود می‌رسد و بر عکس در موقعیت‌های B و D در حداقل تابناکی قرار می‌گیرد.

شکاف‌های بسیاری که اغلب از زمین دیده نمی‌شوند، در حلقه‌های زحل موجود است، در سال ۱۸۵۲ ویلیام لاسل *W. Lassell* پی برد که حلقه‌های زحل کمابیش شفاف هستند و نور از آنها عبور می‌کند، در سال ۱۸۵۷ جیمز کلرک *James Clerk* اظهار نظر نمود که حلقه‌های زحل از خردیزه‌های کوچکی پدید آمده که به دلیل نزدیک بودن بهم، یکپارچه به نظر می‌آیند، و سرانجام جی. ای کیلر *J.E. Keeler* در سال ۱۸۹۵ نشان داد که سرعت گردش حلقه‌های زحل متناسب با نزدیک بودنشان به سیاره فزونی می‌یابد، کیلر به کمک قوانین کپلر و همچنین اثر داپلر توانست سرعت گردش ذرات حلقه‌های زحل را اندازه‌گیری نماید، به دنبال وی دبلیو. دبلیو. کمبل *W.W. Campbell* سرعت گردش خردیزه‌های حلقه B را معادل ۱۸/۹۴ کیلومتر در ثانیه اندازه‌گیری کرد و برای ذرات حلقه‌های میانی سرعتی برابر ۱۷/۳۷ کیلومتر در ثانیه را محاسبه نمود و برای خردیزه‌های حلقه A به سرعتی معادل ۱۵/۸ کیلومتر در ثانیه دست یافت. در سال ۱۸۶۶ ستاره‌شناس آمریکایی بنام دانیل کرک وود *Daniel Kirkwood* اظهار داشت که شکاف‌های کاسینی و آنکه معلول آشوبها و اختلالات ناشی از گردش پاره‌ای قمرهای کیوان مانند می‌ماس *Mimas* و انسلادوس *Enceladus* و تتیس *Tethys* و دیون *Dione* می‌باشد.



تغییر چهره حلقه‌های کیوان عکس‌های فراوانی که طی سالهای ۱۹۲۱ تا ۱۹۶۵ به وسیله رصدخانه لاول *Lowell* از زحل گرفته شده، نشان می‌دهند که تغییر چهره حلقه‌های کیوان معلول تمایل محور چرخش زحل نسبت به سطح مدار گردش آن و تغییر زاویه دید حلقه‌های مریخ از زمین است.

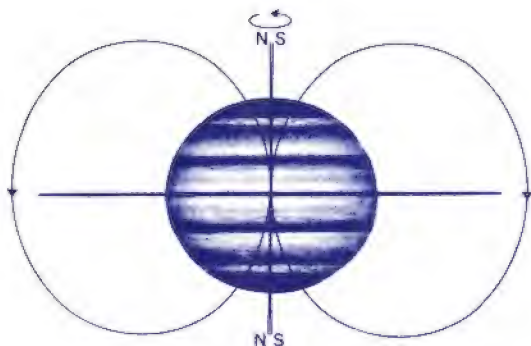
پیش از میلاد به جای مانده که طی آن از تقارن و همبندی زحل و ماه حکایت می‌کند.

اولین مدرک مستند و قابل اعتماد به ژوئیه سال ۱۶۱۰ میلادی، هنگامی که گالیله با تلسکوپ خویش به دیدار کیوان رفت، تعلق دارد. در آن سال گالیله که برای نخستین بار حلقه‌های زحل را از پشت تلسکوپ می‌دید، با شگفتی و تردید تصور کرد که با پدیده‌ای غیر عادی روبرو گردیده است. در سال ۱۶۱۰ حلقه‌های زحل در وضعی قرار داشتند که امتداد سطح آنها تقریباً از دیدگاه زمینی عبور می‌کرد و خط نسبتاً ضخیمی عمود بر سیاره را جلوه‌گر می‌ساخت، به همین جهت گالیله یادداشت‌های خویش خاطرنشان می‌سازد که زحل یک کره تنها نیست بلکه از سه کره ماس برهم تشکیل یافته است. دو سال بعد هنگامی که سطح حلقه‌های زحل کمابیش رو به زمین قرار داشتند، بر شگفتی گالیله دوچندان افزوده شد و این گمان را که دو جرم کوچک به دور کیوان در گردشند، در ذهن وی بارور ساخت. تجدید نظر در فرضیات گالیله همچنان ادامه یافت تا سال ۱۶۱۶ که حلقه‌های کیوان شکل واقعی خود را آشکار ساختند و گالیله را از شک و تردید رهانیدند و وجود پدیده‌ای بنام حلقه‌های زحل را در اندیشه وی استوار ساختند.

در سال ۱۶۳۶ ستاره‌شناس فرانسوی بنام پی. گاسندی *P. Gassendi* شکلی از کیوان و حلقه‌های آن رسم کرد و تا سال ۱۶۵۹ که کریستین هویگنس *Christiaan Huygens* توصیف مناسبی برای چگونگی حلقه‌ها ارائه نمود، علت وجودی پدیده مریخ همچنان در هاله‌ای از ابهام باقی ماند. در آن سال هویگنس به کمک تلسکوپ ابتکاری خویش که اجرام را ۵۰ بار بزرگتر می‌نمود به دیدار و بررسی حلقه‌های کیوان پرداخت و پدیده مریخ را صفحه نازکی انگاشت که منطبق با سطح نیمگان سیاره به دور کیوان در گردش بوده و نسبت به سطح دایره البروج متمایل است.

پاره‌ای توضیحات و توصیفاتی که در زمینه علت وجودی حلقه‌های زحل در گذشته بیان شده، برای نسل امروزی بس عجیب و شگفت می‌ماند. بطور مثال ژیل دوربروال *Gilles de Roberval* ریاضی‌دان فرانسوی می‌پنداشت که زحل به وسیله کمربندی از بخارهای گداخته پوشیده شده، اونور فابری *Honore Fabri* ریاضی‌دان دیگر فرانسوی، وجود حلقه‌های زحل را از سوئی در ارتباط با گردش دو قمر سیاه نامرئی که به کیوان بسیار نزدیک هستند، پنداشته و از سوی دیگر به گردش سریع دو قمر تابناک که در فاصله دورتری از کیوان قرار گرفته‌اند مربوط دانسته است. کریستوفرین *Christopher Wren* استاد نجوم دانشگاه آکسفورد در سال ۱۶۵۸ معتقد بود که زحل را هاله‌ای بیضی شکل که در دو محل با سیاره در تماس است، فرا گرفته، حتی ستاره‌شناس نامدار ایتالیایی بنام جی. دی. کاسینی *G.D. Cassini* مدیر رصدخانه پاریس که شکاف کاسینی به افتخار وی نام گرفته است، معتقد بود که حلقه‌های زحل از موادی جامد و یا مایع تشکیل یافته است.

در سال ۱۸۳۷ جی. اف. آنکه *J.F. Encke* مدیر رصدخانه برلین شکاف دیگری را که در مقایسه با شکاف کاسینی از اهمیت و چشمگیری کمتری برخوردار بود، در حلقه A کشف کرد. افزون بر شکاف‌های بالا، شکاف‌های کوچک دیگری نیز بعدها کشف شد و امروزه مسلم گردیده که



میدان مغناطیسی کیوان در قطب شمال نیرومندتر از دیگر جاهای کره مزبور است. مرکز این میدان در امتداد محور چرخش سیاره و حدود ۲۴۰۰ کیلومتری شمال محور مزبور (نسبت به مرکز سیاره) قرار دارد. یکی از ویژگیهای کیوان آن است که محور مغناطیسی و محور چرخش آن تقریباً بر هم مطبقند و زاویه انحراف آنها از یک درجه کمتر است.

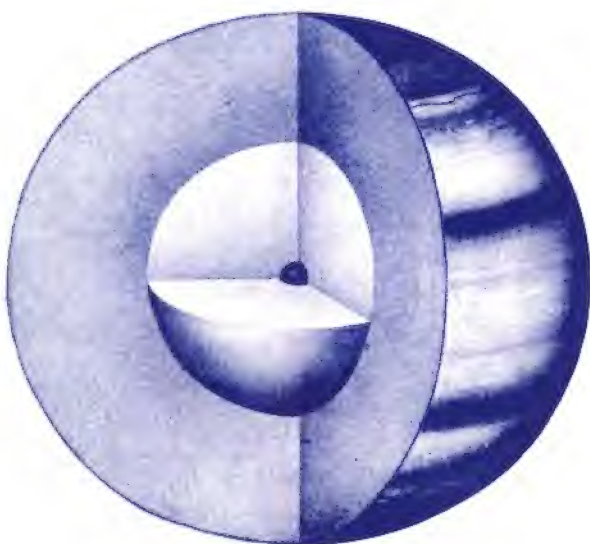
اتمسفر انجام می‌شود. دمای توده مرکزی معادل ۱۲۰۰۰۰ کلوین و فشار آن حدود ۸ میلیون اتمسفر است.

شعاع توده مرکزی کیوان معادل ۱۶ درصد شعاع کلی کره مزبور و از نظر جرم سه برابر زمین است.

میدان مغناطیسی کیوان

Magnetic Field

نخستین اطلاع موثق درباره میدان مغناطیسی کیوان به‌کمک پایونیر ۱۱ بدست آمد. فضا‌ناو مزبور زمانی که هنوز ۱۰۴۴۰۰۰۰ کیلومتر تا کیوان فاصله داشت، نشانه‌هایی از میدان مغناطیسی را در پیرامون سیاره مزبور مخابره نمود و هنگامی که به حدود لبه خارجی حلقه‌های زحل رسید، وجود قطعی میدان مغناطیسی سیاره مزبور را اعلام داشت. ویجرهای ۱ و ۲ که



براساس فرضیه‌ای که به‌وسیله دیلیو. بی. هوپارد W. B. Hubbard و همکارانش ارائه شده، کیوان دارای یک توده مرکزی هم‌اندازه زمین و از نظر جرم سه برابر سنگین‌تر از آن است. پیرامون توده مزبور لایه‌ای از یدرژن فلزی فرا گرفته و روی آن را یدرژن مولکولی پوشانیده است و جو کیوان بر فراز آن واقع شده.

خاصیت مغناطیسی کیوان

MAGNETIC PROPERTIES

تا پیش از ماموریت پایونیر ۱۱ *Pioneer* آگاهی چندانی از خاصیت مغناطیسی کیوان نداشتیم و فقط یک میدان احتمالی را برای آن متصور بودیم و همانندی فراوان کیوان و مشتری که این‌آخری خود از میدان مغناطیسی نیرومندی بهره‌ور بود، بر این پندار توان می‌بخشید. اما وجود حلقه‌های کیوان بر پیچیدگی مسئله می‌افزود و آنها را مانعی برای الکترونهای نیروزا بشمار می‌آورد.

ماموریت فضا‌ناوهای پایونیر و ویجر بر این تردیدها برای همیشه پایان بخشید و نشان داد که میدان مغناطیسی نیرومندی در کیوان موجود است.

برای آگاهی از چگونگی پیدایش میدان مغناطیسی زحل نخست ساختمان درونی احتمالی سیاره مزبور را بررسی خواهیم کرد.

ساختمان درونی کیوان

Interior

می‌دانیم که سرچشمه میدان مغناطیسی هر سیاره با ساختمان درونی آن در ارتباط است. چگونگی پیدایش نیروی مغناطیسی در مشتری (به‌همان نحوی که در بخش برجیس اشاره شد)، در مورد کیوان نیز احتمالاً صادق خواهد بود. کیوان نیز همانند مشتری از عناصر سبکی چون یدرژن و هلیوم ترکیب یافته و چگالی آن فقط ۰/۷ آب است، حال آنکه چگالی سیارات خاکی مانند تیر، ناهید، زمین و مریخ بطور متوسط پنج بار از آب بیشتر است. اما سیارات غول‌پیکر مشتری و کیوان و اورانوس از نظر نیروی گرانشی (ثقل) آنچنان توانمندند که عناصر سبک را بخوبی در خود نگه می‌دارند و سرعت گریز قابل توجه آنها از پراکنش این‌گونه عناصر بشدت جلوگیری می‌کند.

مشاهدات ویجر ۱ و ۲ یک تفاوت مهم را میان مشتری و زحل آشکار می‌سازد و آن این است که مقدار هلیوم کیوان خیلی کمتر از برجیس است. در زحل مقدار هلیوم فقط ۱۱ درصد جرم جو بالای ابرها را تشکیل می‌دهد، درحالی‌که در مشتری این رقم به ۱۹ درصد بالغ می‌گردد. این تفاوت از اختلاف احتمالی ساختمان درونی این دو سیاره حکایت می‌کند.

نشانه‌ها و قرائن گویای آن است که فشاری معادل یک اتمسفر در زیر لایه‌های مرئی ابرهای فوقانی کیوان وجود دارد و دمای آن به ۱۴۰ کلوین می‌رسد. عمل دگرگونی و استحاله مولکولی یدرژن به یدرژن فلزی در ژرفای ۳۲۰۰ کیلومتری زیر ابرها و در دمای ۹۰۰۰ کلوین و فشار ۳ میلیون

نیرومندتر است و ظاهراً در حد فاصل میان آن دو قرار دارد، می‌دانیم که مغناطکره زمین دارای دنباله طولی است و دنباله مغناطکره برجیس به مراتب از آن هم طولی‌تر است و حتی تا آن سوی مدار کیوان نیز ادامه می‌یابد و بخش‌هایی از مدار مزبور را دربر می‌گیرد.

قبلاً دیدیم که مغناطکره پدیدهای است کروی که پیرامون سیارات را احاطه کرده و بخش رو به خورشید آن تحت تأثیر ذرات باد خورشیدی که با سرعت ۴۰۰ کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کنند، تغییر شکل داده و رو به سیاره عقب نشینی می‌کند و برعکس بخش پشت به خورشید آن به شکل دنباله درازی در فضا کشیده می‌گردد. در کیوان فاصله میان بخش عقب نشینی شده یا مغناط خم *Bowshock* مغناطکره تا سیاره حدود ۱۰۸۰۰۰۰۰۰ کیلومتر است ولی فاصله بخش فعال آن تا زحل به حدود ۵۰۰۰۰۰۰ کیلومتر می‌رسد. البته این فاصله ثابت نیست و مقدار آن متناسب با ویژگی باد خورشیدی فرق می‌کند.

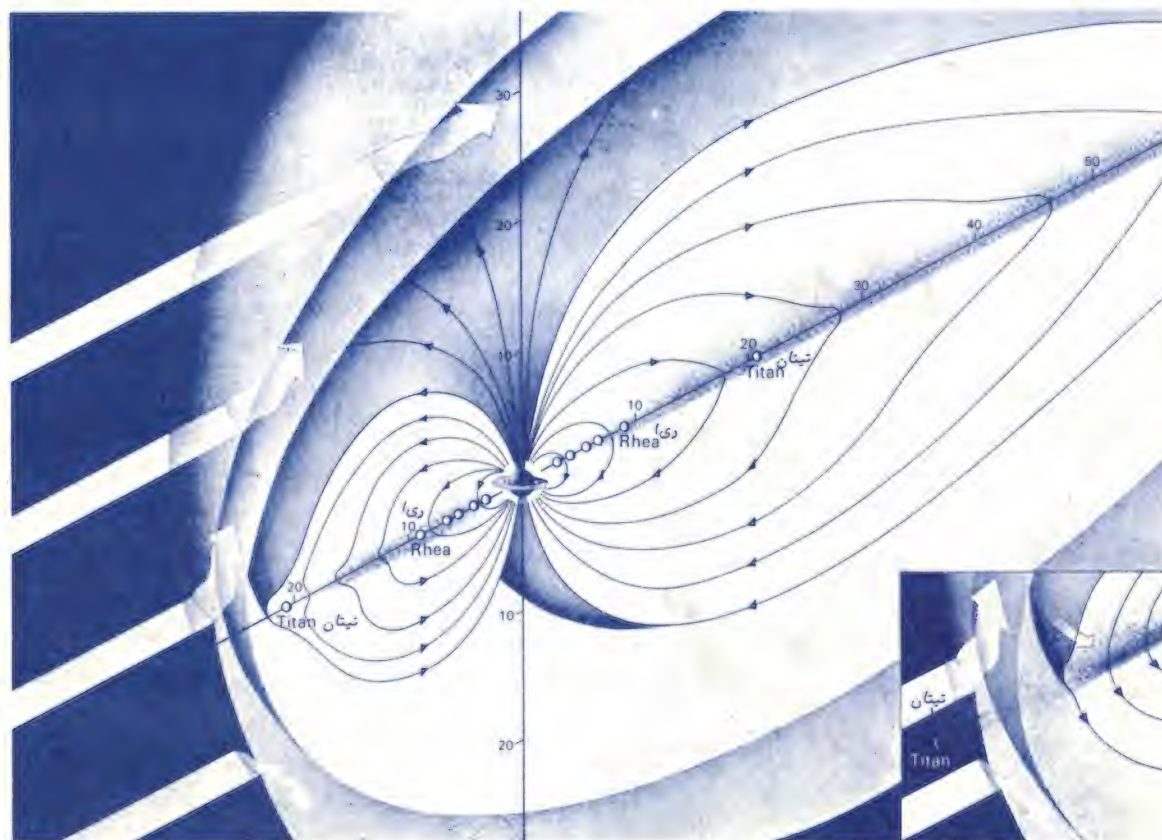
یکی از قمرهای زحل بنام تیتان *Titan* که در فاصله ۱۰۲۲۱۰۴۰۰ کیلومتری به دور مادر خویش گردش می‌کند تقریباً در این محدوده واقع شده و به همین جهت گاه در داخل و زمانی در بیرون از مغناطکره سیاره قرار می‌گیرد. فضا ناوهای ویجر در مأموریت‌های خویش پنج مرتبه مغناط خم را قطع نمود، خوشبختانه در یکی از همین عبورها تیتان درون محیط مزبور قرار داشت و اندازه‌گیری اثرات باد خورشیدی را بر روی قمر مزبور امکان پذیر ساخت. در یکی از کاوش‌ها معلوم گردید که پروتون‌های مغناطکره به

در پی پایونیر ۱۱ به فضای پیرامون کیوان مأمور گردیدند، وجود میدان مزبور را تأیید نمودند و نیروی آن را معادل هزار بار بیشتر از زمین و حدود ۲۰ بار ضعیف‌تر از مشتری اندازه‌گیری کردند. این اندازه‌گیری‌ها نشان داد که نیروی مغناطیس در بالای ابرهای واقع بر فراز استوای کیوان ۲۲/۰ گاوس است (میدان مغناطیس در سطح زمین ۳/۰ گاوس است) و محور مغناطیس زحل نسبت به محور چرخش آن حدود یک درجه انحراف دارد (در مقایسه با انحراف ۱۰ درجه‌ای مشتری و زمین در خور توجه است). افزون بر آن معلوم گردید که زحل از خود امواج رادیویی گسیل می‌دارد که هر دور زمانی آن ۱۰ ساعت و ۳۹/۴ دقیقه به درازا می‌کشد. دوره مزبور را زمان چرخش واقعی کیوان محسوب داشته و آن را تحت عنوان سیستم *III* طبقه‌بندی می‌نمایند.

مغناطکره کیوان

MAGNETOSPHERE

مغناطکره کیوان از مغناطکره مشتری ضعیف‌تر و از مغناطکره زمین



فضای اشغال شده به وسیله مغناطکره کیوان از فضای مغناطکره مشتری کوچکتر است. همانطوری که می‌دانیم محل برخورد بادهای خورشیدی و مغناطکره مزبور را مغناط خم کیوان می‌نامند. قمر تیتان گاه درون مغناطکره و زمانی در بیرون از آن جای دارد ولی قمر ری همواره در مغناطکره کیوان قرار گرفته است.



با تلاش فراوانی که نسبت به یافتن موقعیت فرستنده امواج رادیویی کیوان به عمل آمد معلوم گردید که امواج مزبور از دو نوار V_1 و V_2 که در شکل مشخص شده اند گسیل می‌گردد. امواج رادیویی از کیوان زمانی گسیل می‌شود که نوارهای مزبور رو به خورشید قرار گرفته و از لحاظ نصف النهار در حالت ظهر واقع شوند.

مگاهرتز MHZ است که بیشتر در طول موج ۱۰۰ تا ۵۰۰ کیلوهرتز خودنمایی کرده و یک دوره زمانی ۱۰ ساعت و $39/4$ دقیقه را شامل می‌گردد. این مدت تحت عنوان سیستم III کیوان طبقه‌بندی گردیده و یک دور چرخش محوری دقیق آن را بیان می‌دارد.

جوکیوان

ATMOSPHERE

فاصله بسیار دور زحل از خورشید در مقایسه با فاصله مشتری از خورشید موجب می‌گردد تا سیاره مزبور نور کمتری از خورشید دریافت دارد و از وضوح و روشنی عوارض چهره آن بکاهد و شناخت چهره کیوان را از روی تصاویرهای مخابره‌شده با دشواری همراه سازد، با وجود این تصویرهای دریافتی از ویجر ۲ بر آگاهی ما در زمینه شناخت پویایی و تحرک جو کیوان فزونی بخشیده و اطلاعات گرانبهایی درباره ابرهای زحل در اختیار ما گذارده است.

جو کیوان ظاهراً همانندی نسبتاً زیادی با جو برجیس دارد، با این تفاوت که سرعت باد در جو کیوان بسیار زیادتر از بادهای جو برجیس است و گاه تا ۴۰ برابر سرعت بادهای مشتری می‌رسد، کاوش‌های کیهانی‌گویی آن است که وجود باد تنها به ناحیه ابرهای فوقانی سیاره محدود نمی‌شود و غالباً تا ژرفای ۲۰۰۰ کیلومتری جو سیاره ادامه می‌یابد. حلقه‌های عظیم زحل بر روی ابرهای سیاره مزبور سایه می‌افکند و از تابیدن نور و گرم شدن نواحی نیمگانی جلوگیری می‌کند و به وزش باد در سیاره مزبور می‌انجامد. پژوهش‌های انجام شده به وسیله فضا ناوهای اعزامی به محیط کیوان نشان می‌دهد که باد شدیدی در ۷ درجه عرض شمالی ابرهای فوقانی سیاره با سرعت ۱۸۰۰ کیلومتر در ساعت می‌وزد، در نیمکره شمالی کیوان لکه‌های چندی به رنگ سفید و قهوه‌ای و قرمز یافت می‌شود که جزو عوارض چشمگیر این سیاره بشمار می‌آیند، یکی از این لکه‌ها بنام لکه قهوه‌ای شماره ۱ دارای

وسيله پاره‌ای قمرها که به سیاره بسیار نزدیکند و اقمار درونی نام دارند و همچنین حلقه E کیوان بسدت جذب می‌گردند، اندازه‌گیری‌های دیگر نشان داد که دنباله مغناطیگره زحل تا حدود هشتاد برابر شعاع سیاره در فضا گسترده شده، هرچند این فاصله به درازی دنباله مشتری نمی‌رسد اما خود رقم قابل توجهی است و عظمت پدیده مزبور را مجسم می‌سازد.

اما مهمترین اثر متقابل را بایستی میان مغناطیگره و حلقه‌های کیوان جستجو کرد، کاوش‌های فضائی نشان می‌دهد که انبوهی از الکترون در لبه خارجی حلقه A توده گردیده و خردیزه‌های حلقه مزبور آنها را به خود جذب می‌کنند.

شگفت آن است که فضای میان حلقه A و خود سیاره به دور از هرگونه اثرات تشعشی بوده و در واقع یکی از آزادترین مناطق موجود در منظومه خورشیدی از نظر اثرات تشعشی است.

فروزه‌های جوی

Aurora یکی از طبیعی‌ترین و زیباترین پدیده‌های جو زمین است. پدیده مزبور عبارت از ذرات بارداری هستند که از خورشید به سوی لایه‌های زیرین جو زمین سرازیر می‌شوند و روشنی‌هایی را که کلاً "فروزه‌های جوی" نام دارند پدید می‌آورند، فضا ناوهای ویجر وجود فروزه‌های مشابهی را در عرض‌های ۷۸ تا ۸۰ درجه شمالی و جنوبی جو مشتری و کیوان نشان می‌دهند.

اندازه تابناکی فروزه‌های جوی را بر حسب واحدی بنام ری لی *Rayleigh* اندازه می‌گیرند. هر ری لی برابر است با صد هزار رخشانه (فوتون) بر سانتی‌مترمربع در ثانیه، معمولاً "فروزه‌هایی با تابناکی هزار ری لی مرئی بوده و پدیدهای همیشگی در شبهای آسمان نواحی قطبی بشمار می‌آید.

بررسی‌ها نشان داده که فروزه‌های جو مشتری نیرومندتر از فروزه‌های زمینی هستند و درخشش آنها به ۶۰ هزار ری لی می‌رسد و همچنین درخشندگی فروزه‌های کیوان به ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ ری لی بالغ می‌گردد.

گسیلش امواج رادیویی

Radio Waves From Saturn

با وجود این که کیوان از نظر توان گسیل امواج رادیویی به پای برجیس نمی‌رسد اما خود گسیل دارنده نیرومندی بشمار می‌آید، امواج رادیویی گسیل شده از کیوان دارای طول موجی میان ۲۰ کیلوهرتز KHZ تا یک



فضا ناو ویجر ۲ در فوریه ۱۹۸۱ در حوالی کیوان به دنباله مغناطیگره مشتری برخورد نمود، برخورد دوم ویجر ۲ که در اوت همان سال روی داد، وجود دنباله مغناطیگره مشتری را در چنین مسافت بعدی تأیید نمود.

مرکزی این حلقه‌ها را به قمرهای کوچکی که در حوالی آنها جای دارند و موجبات آشوب و ناپایداری آنها را فراهم آورده‌اند، باید وابسته دانست.

حلقه B

این حلقه که درخشان‌ترین حلقه‌های زحل است، از دیدگاه زمینی نسبتاً تیره و کدر می‌نماید، حلقه مزبور دارای ساختمان پیچیده‌ای است بطوری که ویجر ۱ صدها حلقه کوچک و شکاف در آن کشف نمود و ویجر ۲ شمار آنها را به هزاران افزایش داد. بخش درونی حلقه B شامل شماری شکاف‌های شفاف است و خود حلقه‌ها کدرترین قسمت آن را تشکیل می‌دهند. مشاهدات ویجرها قطر حلقه مزبور را که ضخیم‌ترین حلقه زحل می‌باشد بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر تعیین کرده و افزون بر آن وجود گونه‌ای ابرئیدرژن خنثی را که حدود ۶۰،۰۰۰ کیلومتر در بالا و پائین و حتی فراتر از لبه خارجی حلقه A گسترده شده است، نشان می‌دهد.

تصور می‌شود که یخ‌آب ماده اصلی خردیزه‌های حلقه B بوده و چگالی ابرئیدرژن نیز ۶۰۰ اتم در سانتیمتر مکعب باشد. تصویرهای حلقه B بسیار تماشائی و زیباست. رنگ واقعی این پدیده که به یاری فیلترها و رایانه‌های ویژه حاصل می‌گردد، نشانگر ساختار آن بوده و چگونگی خردیزه‌ها را که قطرشان به چند سانتیمتر تا چند متر می‌رسد، بطور تقریب بیان می‌دارد. حلقه B پهنه‌ای را در حد فاصل ۲۵،۰۰۰ تا ۵۴،۰۰۰ کیلومتری سطح فوقانی ابرهای کیوان را فرا گرفته و فضائی را در حد فاصل لبه بیرونی حلقه C تا لبه درونی شکاف کاسینی به خود اختصاص داده است.

شکاف کاسینی

THE CASSINI DIVISION

شکاف کاسینی یکی از ثابت‌ترین عوارض موجود در حلقه‌های کیوان است. شکاف مزبور را در شرایط مساعد حتی با تلسکوپ‌های کوچک هم می‌توان دید. تا پیش از اعزام فضا ناوهای پایونیر و ویجر و انجام کاوش‌های کیهانی پندار چنان بود که شکاف کاسینی فضائی است کاملاً خالی و عاری از هرگونه خردیزه. بر پایه همین پندار، نخست قصد بر آن بود تا پایونیر ۱۱ از میان شکاف مزبور که عرض آن به حدود ۴،۰۰۰ کیلومتر می‌رسد، عبور داده شود، اما وجود ذرات و خردیزه‌های مایل به قرمز این تصمیم را عوض کرد و از عبور پایونیر ۱۱ از میان شکاف مورد بحث خودداری شد. کاوش‌های نزدیک نشان داده است که فاصله شکاف کاسینی از سیاره ثابت نیست و تا ۱۴۰ کیلومتر در تغییر و جابجائی است. شکاف کاسینی ظاهراً دارای شکلی همانند بیضی است و از قانون کپلر پیروی نمی‌کند.

حلقه A

این حلقه به درخشندگی و روشنی حلقه مجاور نیست ولی لبه درونی

بازتاب و یا میزان جذب نور به وسیله آنها بدست آمده است. حلقه‌های A، B و C که از نظر بازتاب نورهای نزدیک به طول موج فرو سرخ ناتوانند، از یخ آب تشکیل یافته‌اند و اندازه خردیزه‌های این حلقه‌ها که به کمک مشاهدات راداری بدست آمده گوناگون است و از دانه‌های چندگرمی تا قطعات چند تنی یا چند متری تشکیل یافته است.

میزان بازتاب نسبتاً بالای حلقه‌های A و B نشانگر آن است که اندازه ذرات این حلقه‌ها از چند سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند. ذرات ریزتری که ابعادشان از میلی‌متر هم کمتر است، بیانگر غبارهای حامل اکسید آهن مایل به قرمز بوده و حتی شکاف میان حلقه‌ها یک فضای کاملاً تپی‌نیست و خردیزه‌های کوچکی در آن وجود دارد.

برای آشنائی بیشتر با حلقه‌های زحل به ترتیب آنها را از درونی‌ترین آنها یعنی D تا بیرونی‌ترینشان که حلقه E می‌باشد به شرح زیر مورد بررسی قرار خواهیم داد:

حلقه D

Ring D

این حلقه که از زمین دیده نمی‌شود، بسیار نازک است و مرز کاملاً مشخصی ندارد. تصور می‌شود که از یک سو به سطح فوقانی ابرهای کیوان پیوند یافته و از سوی دیگر تا فاصله ۶۴۵۰ کیلومتری در فضا گسترش یافته باشد.

حلقه C

Ring C

یا حلقه کریپ بین حلقه D و لبه درونی حلقه B و در فاصله ۲۵،۰۰۰ کیلومتری سطح فوقانی ابرهای کیوان واقع است. ساختمان این حلقه بسیار پیچیده است و مجموعه بزرگی از حلقه‌های کوچک متحدالمرکز را که از دیدگاه زمینی به هم چسبیده می‌نمایند، تشکیل می‌دهد. در این مجموعه که وجود حلقه‌های کوچک آن به وسیله ویجرهای ۱ و ۲ کشف گردیده است، لااقل دو شکاف نسبتاً باریک که عرض خارجی‌ترین آنها به ۲۷۰ کیلومتر می‌رسد، دیده می‌شود. شکاف مزبور بکلی خالی نیست و یک حلقه باریک خارج از مرکز در آن جای دارد.

وجود حلقه‌های خارج از مرکز که شمار نسبتاً زیادی از آنها در پیرامون کیوان یافت گردیده، شگفتی فراوانی را در کارشناسان پدید آورده و هنوز توجیه قابل‌پذیرشی برای چگونگی آنها ارائه نگردیده است. شاید خارج از



این تصویر از فاصله ۸۰۰ هزار کیلومتری حلقه B به وسیله ویجر ۲ تهیه شده. به طوری که دیده می‌شود، حلقه مزبور از هزاران حلقه کوچک متحدالمرکز تشکیل یافته است. ظریف‌ترین و نازک‌ترین حلقه‌ای که در این شکل دیده می‌شود حدود ۱۵ کیلومتر ضخامت دارد.

وجود این حلقه نخست به وسیله پایونیر ۱۱ احساس گردید و به یاری ویجر ۱ تأیید شد. این حلقه به شدت رقیق تر از حلقه F است و بین مدار قمری ماس $Mimas$ و دو قمر کوچک $S3$ و $S1$ که در کاوش های سال ۱۹۸۰ کشف گردیده اند، قرار دارد. میانگین مدت گردش خردیزه های این حلقه ۱۹/۹ ساعت است و فاصله میان آن تا حلقه F حدود ۳۰ هزار کیلومتر می باشد. ویجر ۲ از فاصله ۲،۰۰۰ کیلومتر آن گذشت و وجود خردیزه های بسیار ریزی را در آن تأیید نمود.

حلقه E

Ring E

و بالاخره آخرین حلقه از مجموعه حلقه های کیوان به حلقه E اختصاص یافته است. لبه درونی این حلقه در فاصله ۱۴۷،۰۰۰ کیلومتری سطح فوقانی ابرها و لبه بیرونی آن در فاصله ۲۳۷،۰۰۰ کیلومتری سطح فوقانی ابرها قرار گرفته و بخش های داخلی آن درخشان تر از بخش های خارجی آن به نظر می رسد و درخشان ترین بخش آن در فاصله ۲۳۰،۰۰۰ کیلومتری قرار دارد. از آنجائی که فاصله قمر انسلا دوس از کیوان ۲۴۰،۲۰۰ کیلومتر است، لذا به خوبی معلوم می شود که قمر مزبور در تابناک ترین بخش حلقه E جای دارد.

در اینکه آیا بعد از حلقه E ، حلقه های دیگری نیز همچنان در پیرامون زحل وجود دارند یا نه؟ اطلاع دقیقی در دست نیست ولی کاوش های اخیر هم چیزی را نشان نداده است.

منشاء حلقه های زحل

ORIGIN OF THE RINGS SYSTEM

زمانی تصور می شد که زحل تنها سیاره حلقه دار در منظومه خورشیدی است، اما امروز وضع کاملاً دگرگون است، می دانیم که مشتری هم دارای حلقه است و اورانوس نیز جزو سیارات حلقه دار بشمار می آید و اینکه نپتون را هم باید جزو سیارات حلقه دار محسوب داشت یا نه؟ هنوز معلوم نیست.* مسلم آن است که ساختمان حلقه های این سیارات با یکدیگر تفاوت هایی دارند و اجزاء سازنده آنها مختلف اند. حلقه های کیوان از ذرات یخ درخشان تشکیل یافته، درحالی که حلقه های اورانوس از غبارهای زغالیین پدید آمده.

در توجیه علت و چگونگی پیدایش حلقه های اینگونه سیارات پنداره های گوناگونی موجود است. نخستین نظریه قابل قبول به وسیله ریاضی دان فرانسوی بنام ادوارد روش *Eduard Roche* در بیش از یک سده قبل ارائه گردیده و به افتخار نام وی لبه خارجی حلقه های اصلی کیوان را حدروش

آن بسیار تیز و مشخص است. حلقه A مانند حلقه B از شمار فراوانی حلقه ها و شکاف های کوچک تشکیل یافته که بزرگ ترین آنها شکاف انکه *Encke* نام دارد. ویجر ۲ حین سفر به کیوان در موقعیتی قرار گرفت که ستاره درخشان دلتا از صورت فلکی عقرب *Delta Scorpil* در پشت صفحه حلقه های کیوان واقع گردید. این موقعیت فرصت مناسبی بود تا میزان تیرگی یا شفافیت حلقه ها آزمایش شود، به همین جهت بررسی ها با دقت هرچه تمام تر پی گیری شد و معلوم گردید که هرگاه ستاره مزبور در پشت حلقه A واقع می شود، پنهان می گردد و زمانی که به شکاف ها می رسد آشکار می شود. شکاف انکه همانند شکاف کاسینی شامل چندین حلقه باریک است که حداقل دوتای آنها خارج از مرکز می باشند، افزون بر آن دو حلقه مقطع و ناپیوسته نیز در آن وجود دارد. پهنای شکاف انکه حدود ۲۰۰ کیلومتر است و با تلسکوپ های نیرومند از زمین دیده می شود. این شکاف در فاصله ۳،۰۰۰ کیلومتری لبه بیرونی حلقه A که بسیار مشخص و تیز است قرار دارد. علت تیزی و مشخص بودن لبه مزبور را به گردش قمر $S28$ که در سال ۱۹۸۰ کشف گردیده است، مربوط می دانند.

حلقه F

Ring F

حلقه های اصلی زحل در لبه بیرونی حلقه A که فاصله آن تا سطح فوقانی ابرهای کیوان حدود ۷۳،۰۰۰ کیلومتر و تا مرکز سیاره ۱۳۶،۰۰۰ کیلومتر است، پایان می یابند. علاوه بر حلقه های اصلی سه حلقه دیگری که با حروف F و G و E مشخص می گردند، در فاصله دورتری از حلقه A قرار گرفته اند. نخستین حلقه از این مجموعه حلقه F نام دارد که به وسیله پایونیر ۱۱ در سال ۱۹۷۹ کشف گردید. در تصویرهای مخابره شده به وسیله ویجر ۱ نیز این حلقه بخوبی دیده می شود. حلقه F حداقل از ۱۰ رشته مجزا تشکیل یافته و عرض آن به حدود ۳ کیلومتر می رسد.

علت وجودی این حلقه را به دو قمر کوچک $S26$ و $S27$ که در سال ۱۹۸۰ به وسیله ویجر ۱ کشف گردیده اند می توان وابسته دانست. قمرهای مزبور که در دو لبه طرفین حلقه F گردش می کنند، قمرهای راهنما نام دارند که از یخ ساخته شده و بسیار کوچکند، مع الوصف نیروی گرانشی آنها با تمام کوچکی برای ایجاد حلقه F که تمام قوانین دینامیک را به مبارزه طلبیده است، کافی بوده و شرایط غیر عادی آن را موجب گردیده اند. هنوز از چگونگی و جزئیات دقیق این شرایط اطلاعی در دست نیست و احتمال این که حلقه F از صدها و حتی هزاران قمر بسیار کوچک ترکیب یافته باشد، فراوان است. فضا ناو ویجر ۲ به عزم کاوش هرچه بیشتر و شناسائی این اجرام مرموز تا حد ممکن به حلقه ها نزدیک شد ولی متأسفانه نتیجه ای عاید نگردید. حلقه F مدور نیست و بطور متوسط حدود ۱۴۰ هزار کیلومتر از مرکز کیوان فاصله دارد و این مقدار تا میزان ۴۰۰ کیلومتر کم و زیاد می گردد.

حلقه G

Ring G

این حلقه بعد از حلقه F قرار گرفته و فاصله آن از سطح فوقانی ابرهای کیوان ۱۰۷،۰۰۰ کیلومتر و تا مرکز سیاره ۱۷۰،۰۰۰ کیلومتر است.

* دیدار اوت ۱۹۸۹ ویجر ۲ با نپتون وجود حلقه هایی را پیرامون سیاره مزبور ثابت کرده است. م

نامیده اند، روش معتقد بود که در روزهای نخستین پیدایش منظومه خورشیدی، جرم فضائی بزرگی وارد محیط زحل گردیده و تحت تأثیر نیروی گرانشی کیوان متلاشی شده و خردیزه‌های آن همانند حلقه‌ای به گرد سیاره به گردش درآمده است. بنابر نظریه دیگر، قمر بزرگی که به دور کیوان در گردش بوده در پی برخورد با یک جرم ناشناخته چون شهاب سنگ متلاشی شده و خردیزه‌های آن حلقه‌هایی را در پیرامون کیوان پدید آورده است. امروزه به خوبی ثابت شده که خردیزه‌های حلقه‌های کیوان هیچ شباهتی به ذرات متلاشی شده یک قمر ندارند و بایستی آنها را با شکل‌گیری و پیدایش منظومه خورشیدی همزمان دانست و خردیزه‌های آن را با ابرهای خورشیدی هم‌جنس بشمار آورد. شاید حلقه نامرئی مشتری یک پدیده موقت تلقی گردد و حلقه‌های اورانوس نیز از نظر طبیعت تا اندازه‌ای با حلقه‌های مشتری شبیه و همانند باشند، ولی دانش امروز مسلم ساخته که کیوان یک سیاره استثنائی است و در اینکه حلقه‌های آن از زمان آفرینش و پیدایش سیاره وجود می‌داشته، هیچ تردیدی نیست.

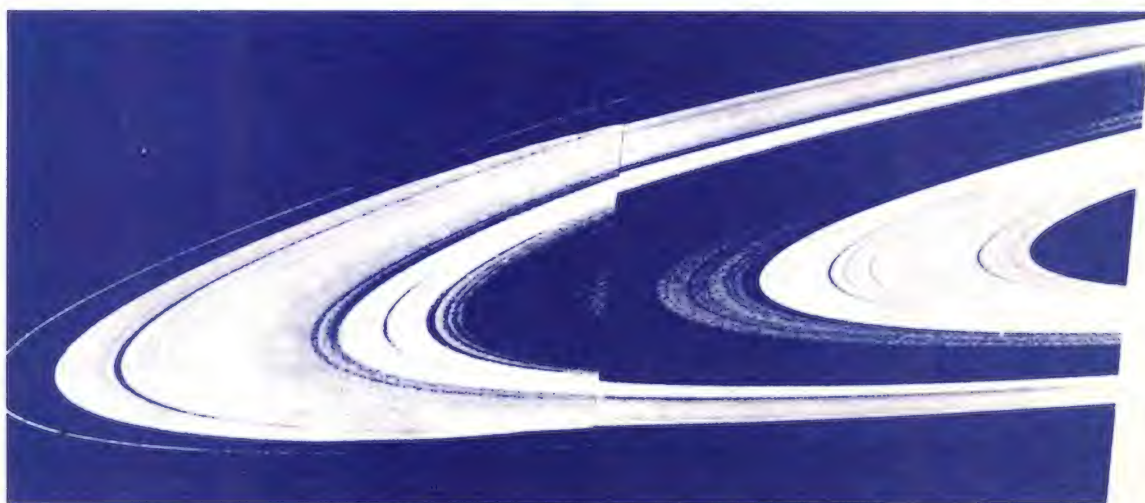


این عکس به وسیله ویجر ۱ در سوم نوامبر ۱۹۸۰ از فاصله ۱۳ میلیون کیلومتری کیوان برداشته شده. قمرهای تتیس و دیون همراه با بخشی از حلقه‌های زحل در این عکس مشاهده می‌شود.



تصاویری از کبوتر از فاصله بیش از ۵ میلیون کیلومتری. عکس بالا به وسیلهٔ تلسکوپ ۱ در ۳۰ اکتبر ۱۹۸۰ و عکس پایین توسط تلسکوپ ۲ در تاریخ ۲ اوت ۱۹۸۱ برداشته شده.

تصویرهایی از حلقه‌های کیوان. عکس بالا به وسیله ویجر ۲ در تاریخ ۲۳ اوت ۱۹۸۱ از فاصله ۲/۸ میلیون کیلومتری گرفته شده و عکس پایین توسط ویجر ۱ در تاریخ ۱۲ نوامبر ۱۹۸۰ و از فاصله‌ای حدود ۷۰۰ هزار کیلومتری از حلقه‌های مزبور تهیه گردیده است.



قمرهای کیوان

SATELLITES

هریک از سیارات غول‌پیکر منظومه خورشیدی مانند مشتری، کیوان و اورانوس دارای مجموعه قمرهایی هستند که روی مدارهایی تقریباً دایره‌ای شکل به گرد سیاره مادر در گردشند. مشتری دارای چهار قمر بزرگ و شماری قمرهای کوچک است که پاره‌ای از قمرهای کوچک خارجی آن را می‌توان جزو شهاب‌سنگ‌ها و یا سیارگان به دام افتاده بشمار آورد. اورانوس ۵ قمر شناخته شده دارد که قطر آنها بین ۵۵۰ تا ۱۸۰۰ کیلومتر است، ولی گروه اقمار کیوان مجموعه‌ای است از یک قمر بزرگ بنام تیتان *Titan* (که خود یکی از بزرگ‌ترین اقمار منظومه خورشیدی است) و شماری قمرهای کوچک و کوچک‌تر که تا این تاریخ تعداد آنها به ۲۱ و شاید هم به ۲۳ عدد بالغ گردد و بدینسان بزرگ‌ترین مجموعه اقمار منظومه خورشیدی به آن اختصاص یافته است.

قمرهای کیوان از نظر شکل و طبیعت تفاوت‌های فراوانی دارند و جز آنکه کلیه آنها از یخ تشکیل یافته‌اند، وجه تشابه دیگری بین آنها موجود نیست.

دیون *Dione* از تتیس *Tethys* کمی بزرگ‌تر است ولی چگالی آن به مراتب بیشتر از قمر اخیر است. می‌ماس *Mimas* دارای گود عظیمی است که قطر آن به حدود ۱/۳ قطر قمر بالغ می‌گردد. انسلادوس *Enceladus* از سطحی نسبتاً صاف و هموار برخوردار است. هیپریون *Hyperion* شکل نامنظمی دارد. نیمی از یاپتوس *Iapetus* روشن و نیم دیگر آن تیره و کدر است و فی‌بی *Phoebe* با گردش پس رونده خویش سیارک به دام افتاده‌ای را به یاد می‌آورد.

تیتان بزرگ‌ترین قمر زحل در ۲۵ مارس ۱۶۵۵ به وسیله کریستین هویگنس *Christiaan Huygens* ستاره شناس هلندی کشف گردید و یک دور گردش کامل آن برابر ۱۶ روز محاسبه شد.

قمر بعدی به وسیله جی.دی. کاسینی *G.D. Cassini* کشف گردید، کاسینی در سال ۱۶۷۱ به کمک تلسکوپی که به وسیله کارخانه معروف کامپانی *Campani* ساخته شده بود قمر یاپتوس را که در فاصله دورتری از کیوان قرار داشت پیدا کرد و مدت گردش آن را کمی کمتر از ۸۰ روز محاسبه نمود. کاسینی همچنین دریافت که از یک سو میل مدار گردش قمر مزبور نسبت به سطح استواء کیوان حدود ۱۴/۷ درجه است و از سوی دیگر متوجه شد که تابناکی آن دستخوش تغییر بوده و کم و زیاد می‌شود. بعدها نظرات کاسینی با اعزام فضا ناوهای ویجر تأیید شد و معلوم گردید که بخشی از سطح یاپتوس از قابلیت کافی برای بازتاب نور برخوردار نیست و علاوه بر آن همواره یک

نیمکره ثابت آن رو به سیاره مادر قرار می‌گیرد، کاسینی در سال ۱۶۷۲ قمر دیگری را کشف کرد و در پی آن درمارس سال ۱۶۸۴ به کمک تلسکوپی که طول لوله آن به چهل متر می‌رسید، دو قمر کوچک دیگر را بنام‌های دیون و تتیس کشف نمود و بدینسان تا پایان سده هفدهم میلادی کلاً ۵ قمر از مجموعه قمرهای زحل شناسائی گردید.

ویلیام هرشل *William Herschel* در ۱۹ اوت ۱۷۸۷ انسلادوس را کشف کرد و دو سال بعد یعنی در اوت ۱۷۸۹ قمر هفتم کیوان یعنی می‌ماس را یافت. در سال ۱۸۴۸ جی.پی. بوند *G.P. Bond* از رصدخانه هاروارد آمریکا و ویلیام لاسل *William Lassell* از انگلستان تقریباً بطور همزمان به وجود قمر کوچکی که بعدها هیپریون نام گرفت، پی بردند و مدت گردش آن را معادل ۲۱ روز محاسبه نمودند.

در سال ۱۸۹۸ دبلیو.اچ. پیکرینگ *W.H. Pickering* آمریکائی به کمک فن عکسبرداری قمر جدیدی را بنام فی‌بی با شک و تردید کشف کرد و در سال ۱۹۰۴ ای.ای. بارنارد *E.E. Barnard* از رصدخانه یرکس *Yerkes* کشف وی را تأیید نمود. بارنارد علاوه بر آن دریافت که قمر فی‌بی دارای گردش پس رونده یا قهقرائی است و از تمام قمرهای عمده کیوان کوچک‌تر است. اندکی بعد پیکرینگ به وجود قمر دیگری که به تصور وی در فاصله ۱۰۴۶۰۰۰۰ کیلومتری و میان تیتان و هیپریون به دور زحل در گردش بود، پی برد و آن را تمیس *Themis* نام نهاد و پیش از آنکه صحت موجودیت آن تأیید گردد در زیننامه *Almanac* ها وارد گردید، ولی این قمر هیچگاه تأیید نشد و کاوش‌های کیهانی ویجرها وجود آن را به کلی مردود ساخت.

در سال ۱۹۶۶ هنگامی که قمرهای کیوان در شرایط دیداری مطلوب قرار داشتند. آ.دلفوس *A. Dolfus* از رصدخانه پیک دومیدی *Pic du Midi* واقع در کوه‌های پیرنه، تلاش خویش را برای یافتن قمر دیگری از اقمار کیوان متمرکز نمود و به گمان خود قمر کوچکی را در فاصله ۱۶۹۰۰۰۰ کیلومتری زحل کشف نمود و آن را یانوس *Janus* نام نهاد ولی پژوهش‌های سال ۱۹۸۰ که به وسیله فضا ناوهای ویجر بعمل آمد، وجود یانوس را مردود ساخت و در مقابل نشان داد که چند قمر خیلی کوچک درون مدار می‌ماس به دور کیوان گردش می‌کنند و افزون بر آن اجرام کوچک دیگری نیز در همان محل به دور کیوان در گردشند، پژوهش‌های مزبور نشان داد که قمر دیون دارای دو قمرک هم‌مدار است که یکی ۶۰ درجه در جلو و دیگری ۶۰ درجه در عقب دیون حرکت می‌کنند و تتیس نیز از دو قمرک هم‌مدار برخوردار است و می‌ماس و انسلادوس هم نیز احتمالاً دارای قمرک‌های هم‌مدار هستند. با وجود اینکه تا این تاریخ کیوان عیالوارترین عضو خانواده خورشیدی است اما احتمال می‌رود که قمرک‌های دیگری که تاکنون ناشناخته‌مانده‌اند، به دور زحل در گردش باشند، مسلماً کاوش‌های آینده رد و یا موجودیت قمرک‌های مزبور را نشان خواهد داد.

قمرهای عمده کیوان

Saturnian Large Satellites

کلاً "نه قمر بزرگ یا عمده در حد فاصل ۱۸۵۰۶۰۰ کیلومتری تا ۱۲۰۹۵۰۰۰۰ کیلومتری زحل در گردشند که به ترتیب به بررسی آنها خواهیم پرداخت.

تصویرهایی از قمر تیتان. گوشه بالا سمت چپ به وسیله ویجر ۱ در ۹ نوامبر ۱۹۸۰ و از فاصله حدود ۲۳ میلیون کیلومتری گرفته شده. ویجر ۲ نیز قمر مزبور را در تاریخ ۲۵ اوت ۱۹۸۱ از همان فاصله عکسبرداری کرده است. در عکس پائین که به وسیله ویجر ۱ در تاریخ ۱۲ نوامبر ۱۹۸۰ تهیه گردیده، جو قمر تیتان خودنمایی می‌کند.





تیتان

20.25

1,221.6

هیپریون

24.55

1,485



یاپتوس

59.02

3,559.1

فی بی

214.7

12,950

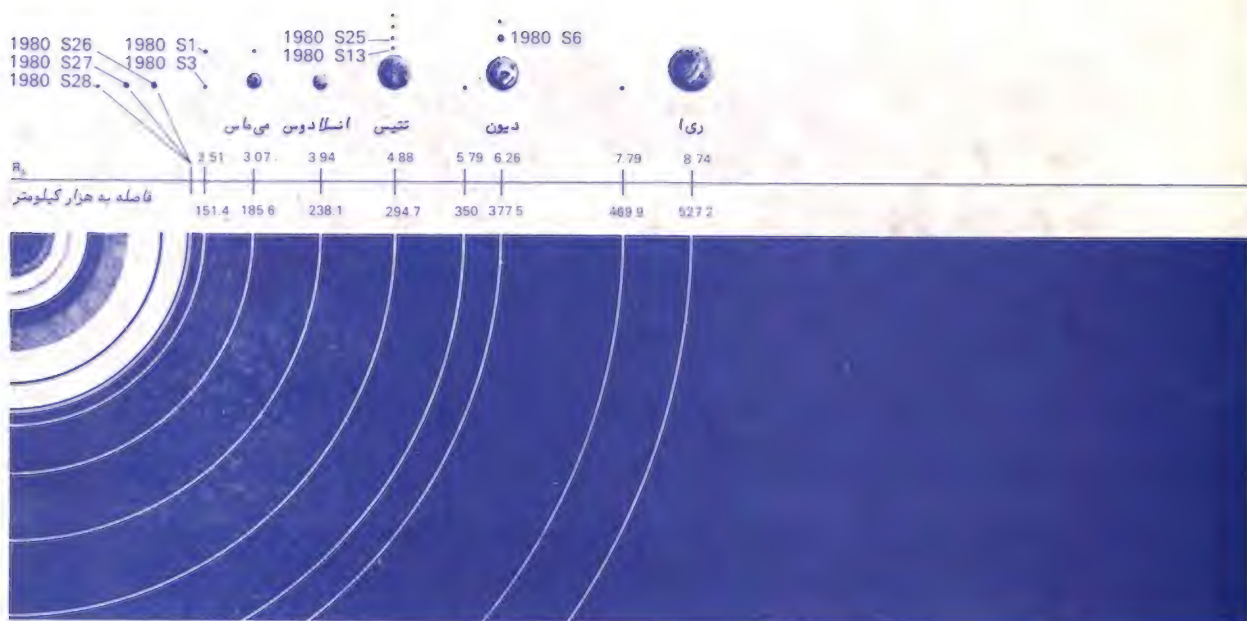
قمرهای کیوان

شماره	قمر	کاشف	سال کشف	میانگین فاصله از کیوان km	قطر km	قدر	میل مدار بر حسب درجه	مدت گردش از مرکزی مدار	مدت گردش نجومی بر حسب روز	مدت گردش اقترانی d hr min sec
	1980 S28	From		137,670	40 × 20	?	≈ 0	?	0.609166	?
	1980 S27	Voyager	1980	139,353	220	?	≈ 0	?	0.613000	?
	1980 S26	photographs		141,700	200	?	≈ 0	?	0.628541	?
	1980 S3	Fountain & Larson	1978	151,422	90 × 40	?	≈ 0	?	0.694333	?
	1980 S1	Fountain & Larson	1978	151,472	100 × 90	?	≈ 0	?	0.694667	?
	هم مدار می ماس	Synnott & Terrile	1982	≈ 185,600	10	?	≈ 1.5	≈ 0.2	≈ 0.94	?
I	می ماس	Herschel	1789	185,600	390	12.1	1.5	0.0202	0.942422	22 37 12.4
II	انگلادوس	Herschel	1789	238,100	500	11.9	0.0	0.0045	1.370218	1 8 53 21.9
III	تنیس	Cassini	1684	294,700	1,050	10.4	1.1	0.000	1.887803	1 21 18 54.8
	1980 S25	Group led by Smith	1980	294,700	35	?	?	?	≈ 1.9	?
	1980 S13		1980	294,700	35	?	?	?	≈ 1.9	?
	هم مدار تنیس	Synnott	1982	≈ 294,700	≈ 15	?	≈ 0.0	≈ 0.002	≈ 1.9	?
	—	Synnott & Terrile	1982	?	?	?	?	?	?	?
	—	Synnott	1982	350,000	≈ 15	?	?	?	2.44	?
IV	دیون	Cassini	1684	377,500	1,120	10.4	0.0	0.0022	2.736916	2 17 42 9.7
	1980 S6	Lacques & Lecacheux	1980	378,060	160	?	?	?	≈ 2.7	?
	هم مدار دیون	Synnott	1982	≈ 378,000	≈ 15	?	≈ 0.3	≈ 0.001	?	?
	—	Synnott & Terrile	1982	469,900	?	?	?	?	?	?
V	ری ا	Cassini	1672	527,200	1,530	9.8	0.3	0.0010	4.517503	4 12 27 56.2
VI	تیتان	Huygens	1655	1,221,600	5,150	8.3	0.3	0.0292	15.945448	15 23 15 31.5
VII	هیپریون	Bond	1848	1,483,000	400 × 250 × 240	14.2	0.6	0.1042	21.277657	21 7 39 5.7
VIII	یاپتوس	Cassini	1671	3,560,000	1,440	10-12	14.7	0.0283	79.33085	79 22 4 59
IX	فی بی	Pickering	1898	12,950,000	160	16	150	0.1633	550.337	523 13 — —

شناسنامه قمرهای عمده کیوان

نام جدید قمرهای کیوان		
نام	نام جدید	
قدیم	لاتین	فارسی
S 28	Atlas	اطلس
S 27	Prometheus	پرومتئوس
S 26	Pandora	پاندورا
S 3	Janus	یانوس
S 1	Epimetheus	ایپیمتئوس
S 25	Telesto	تلمستو
S 13	Calypso	کالیپسو
S 6	Helene	هلن

قمر	میانگین شعاع مداری km	جرم kg	چگالی g cm ⁻³	نسبت بازتاب
می ماس	185,600	3.76×10^{19}	1.44 ± 0.18	0.7
انگلادوس	238,100	(7.40×10^{19})	1.16 ± 0.55	1.0
تنیس	294,700	6.26×10^{20}	1.21 ± 0.16	0.8
دیون	377,500	1.05×10^{21}	1.43 ± 0.06	0.5
ری ا	527,200	(2.28×10^{21})	1.33 ± 0.09	0.6
تیتان	1,221,600	1.36×10^{23}	1.88 ± 0.01	0.2
هیپریون	1,483,000	(1.10×10^{20})	?	0.3
یاپتوس	3,560,100	(1.93×10^{21})	1.16 ± 0.09	0.5, 0.05



بیشتر قمرهای کیوان مانند می ماس، انسلا دوس، تتیس، دیون، ریا، هیپریون، یاپتوس و فی بی از ماه زمین کوچکترند و در مقابل از بیشتر سیارگان و حتی از پاره‌های قمرهای سیارات به ویژه اقمار بهرام بزرگترند. موقعیت و اندازه نسبی این قمرها در مقایسه با سیاره مادر در این شکل نشان داده شده است.

قمر حدود ۱۰ کیلومتر ژرفا دارد و یک قله که دقیقاً روی خط نیمگان قمر جای گرفته به ابعاد ۳۰×۲۰ کیلومتر در مرکز آن واقع است و ارتفاع آن نسبت به کف گود به ۶ کیلومتر بالغ می‌گردد. دیگر کودهای این قمر که تقریباً بطور یکسان در سطح آن پراکنده‌اند در مقایسه با گود هرشل کوچک‌ترند و اندازه آنها حداکثر از ۵۰ کیلومتر تجاوز نمی‌کند. ژرفای نسبتاً زیاد کودهای مزبور را با کمبود نیروی ثقل می ماس در ارتباط می‌دانند.

علاوه بر کودهای می ماس، عوارض دیگری نیز به شکل دره در سطح این قمر دیده می‌شود که طول آنها بطور متوسط حدود ۹۰ کیلومتر و عرض آنها ۱۰ کیلومتر و ژرفای آنها ۱ تا ۲ کیلومتر است. چگالی می ماس ۱/۲ برابر آب، و سطح آن را سراسر یخ آب فرا گرفته است.

انسلا دوس

ENCELADUS

انسلا دوس دومین قمر از مجموعه قمرهای عمده زحل است. قطر این قمر فقط ۵۰۰ کیلومتر و چگالی آن کمی بیشتر از آب است. تصاویر ارسالی

می ماس

MIMAS

نخستین قمر از مجموعه قمرهای عمده کیوان می ماس نام دارد که به زحل نزدیک‌تر از دیگران است. این قمر که از درون تلسکوپ بسیار ضعیف و کم‌نور می‌نماید، دارای قطری حدود ۳۹۰ کیلومتر است. کلیه آکاهی‌های ما از سطح این قمر علاوه بر مشاهدات تلسکوپی، بدوسیله ویجر ۱ که از فاصله ۸۸،۴۰۰ کیلومتری آن عبور کرد و همچنین ویجر ۲ که تا ۳۰۰،۰۰۰ کیلومتری به آن نزدیک گردید، بدست آمده است. می ماس همانند دیگر اقمار به دام افتاده یک قمر همزمان است و همواره یک نیمکره ثابت آن رو به کیوان قرار دارد و مدت گردش آن برابر ۲۲ ساعت و ۳۴ دقیقه است. بزرگ‌ترین و چشمگیرترین عارضه سطح این قمر گود پنهانوری است بنام هرشل که ۱۳۰ کیلومتر قطر دارد. ارتفاع دیواره‌های این گود نسبت به کف آن حدود ۵ کیلومتر است و پاره‌ای از نقاط آن نسبت به سطح متوسط

نواحی قطب جنوب قمر می مای که توسط بیمارانه‌های سهایی آیلنگون شده، اس عکس توسط وجر ۱ در دوازده نوامبر ۱۹۸۵ برداشته شده.

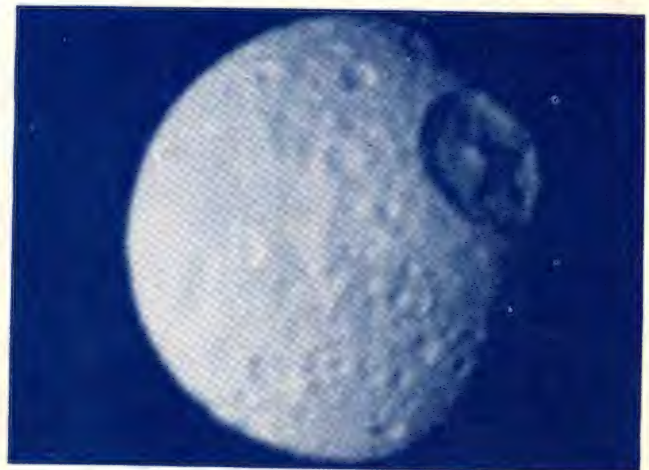




ویلیام هرشل به کمک این تلسکوپ دوازده متری که یکی از عظیم ترین تلسکوپ های زمان خود بود، انسلادوس و می ماس را کشف کرد.



کریستین هوپکس (۱۶۲۹ - ۱۶۹۵) در سال ۱۶۵۵ قمر تیتان را کشف کرد. هوپکس معتقد بود که قمرهای دیگر زحل قاعدتا "بایستی از تیتان کوچکتر و کم نورتر باشند."



گود عظیمی که در سطح قمر می ماس دیده می شود هرشل نام دارد، قطر این گود حدود $\frac{1}{3}$ قطر قمر است. تصویر A از فاصله ۶۶۰،۰۰۰ کیلومتری می ماس به وسیله ویجر ۱ برداشته شده و تصویر B از فاصله ۴۲۵،۰۰۰ کیلومتری به وسیله همان ویجر عکسبرداری شده است. ارتفاع دیواره های گود هرشل نسبت به کف آن حدود ۵ کیلومتر است و قله ای به بلندی ۶ کیلومتر در میان آن جای دارد. این قله دقیقاً روی خط نیمگان می ماس قرار گرفته است.

پارهای از آنها به حدود یک کیلومتر می رسد. علاوه بر عوارض بالا دشت پهناوری نیز در انسلادوس وجود دارد که نشانه ای از گودهای شهابی در آن دیده نمی شود. انسلادوس برخلاف قمرهای یخ بسته، کره ای است احتمالاً فعال. بدیهی است فعال بودن قمری به این کوچکی خود عجیب و شگفت انگیز خواهد بود.

مدار انسلادوس در فاصله ای به میانگین ۲۳۸،۹۰۰ کیلومتری کیوان جای دارد و یک دور گردش آن، ۱ روز و ۸ ساعت و ۳۳ دقیقه به دراز می کشد.

از ویجر ۱ که از فاصله حدود ۴۰۰ هزار کیلومتری قمر مزبور تهیه شده نشان می دهد که سطح انسلادوس نسبت به سطح دیگر قمرهایی که از یخ آب پوشیده شده اند دگرگون است. ویجر ۲ از فاصله ۸۷،۱۴۰ کیلومتری قمر مزبور عبور کرد و به روشنی نشان داد که انسلادوس قمری است روشن و با نسبت بازتابی که از صد درصد چندان دور نیست بهترین منعکس کننده در خانواده خورشیدی بشمار می آید. بخشی از سطح انسلادوس به وسیله خردیزه هایی که در مدار پیرامون زحل در گردشند به شدت بمباران شده و در بخشی دیگر عوارضی شبیه دره یا رشته ارتفاعات به چشم می خورد که ژرفا یا بلندی

بختی از سطح قمر انسلادوس که در ۲۵ اوت ۱۹۸۱ توسط وجر ۲ از فاصله ۱۱۹ هزار کیلومتری عکسبرداری شده. شایهت این قمر با قمر گانیمد مشرقی قابل توجه است.



و ژرفای آن به ۴ تا ۵ کیلومتر می‌رسد. در مورد چگونگی پیدایش این شیار تصور چنان است که تتیس در آغاز آب‌کره‌ای بوده که پوسته‌ای نازک سراسر آن را می‌پوشانیده، با انجماد آب زیر پوسته، بر حجم کره افزوده گردیده و به پیدایش چنین شیاری انجامیده است. البته در برابر این پرسش که چرا از دیاد حجم فقط به پیدایش یک شیار انجامیده است؟ هنوز پاسخی ارائه نگردیده. عوارض نوع دوم، گودهایی هستند که قطر بزرگ‌ترین آنها به حدود ۴۰۰ کیلومتر می‌رسد و از بمباران شهابی شدید روزگاران گذشته حکایت می‌کنند.

کارشناسان بر این گمانند که شدت بمباران‌های مزبور به حدی بوده که قمر مزبور نخست به دو پاره تقسیم گردیده و با پیوستن مجدد آنها به یکدیگر، قمر کنونی پدید آمده است. این گمان بحث فراوانی را به دنبال خود مطرح ساخته است.

دیون

DIONE

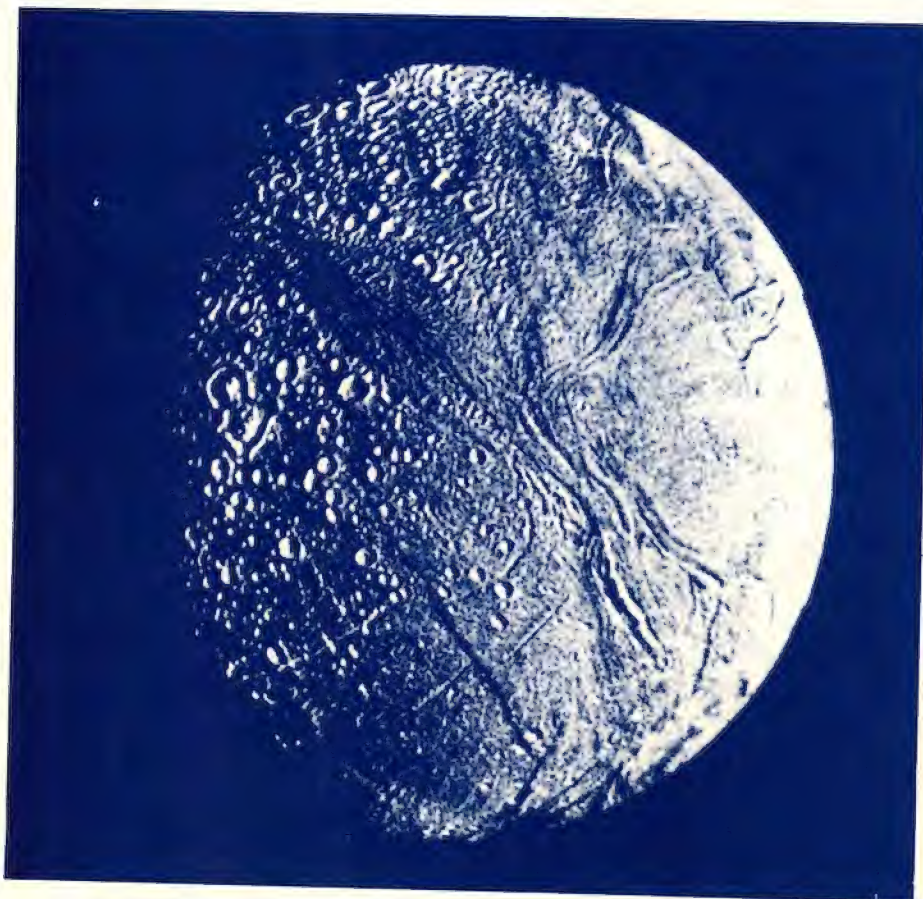
دیون از بسیاری جهات قمری است استثنائی، قطر آن ۱۱۲۰ کیلومتر

تتیس

TETHYS

تتیس با قطری معادل ۱۰۵۰ کیلومتر و چگالی چیزی برابر آب، سراسر از یخ خالص تشکیل یافته و نسبت بازتاب آن به ۰/۸ می‌رسد، به همین جهت غیر از انسلا دوس از دیگر قمرهای کیوان روشن‌تر است. ویجر ۲ از ۹۳،۰۰۰ کیلومتری تتیس عبور کرد و سراسر آن را نقشه‌برداری نمود. این قمر از کیوان ۲۹۴،۷۰۰ کیلومتر فاصله دارد و یک دور گردش آن ۱ روز و ۲۱ ساعت و ۳۶ دقیقه به درازا می‌کشد.

فضاناوهای ویجر دو قمرک هم‌مدار را که یکی ۶ درجه جلوتر و دیگری ۶ درجه عقب‌تر از تتیس فرار گرفته‌اند روی مدار این قمر آشکار ساخت و در سطح آن دو عارضه مهم را مشخص نمود. نخستین عارضه شیار عظیمی است که از نواحی قطب شمال آغاز شده و پس از گذشتن از نواحی نیمگانی تا حدود قطب جنوب ادامه می‌یابد. عرض متوسط این شیار ۱۰۰ کیلومتر

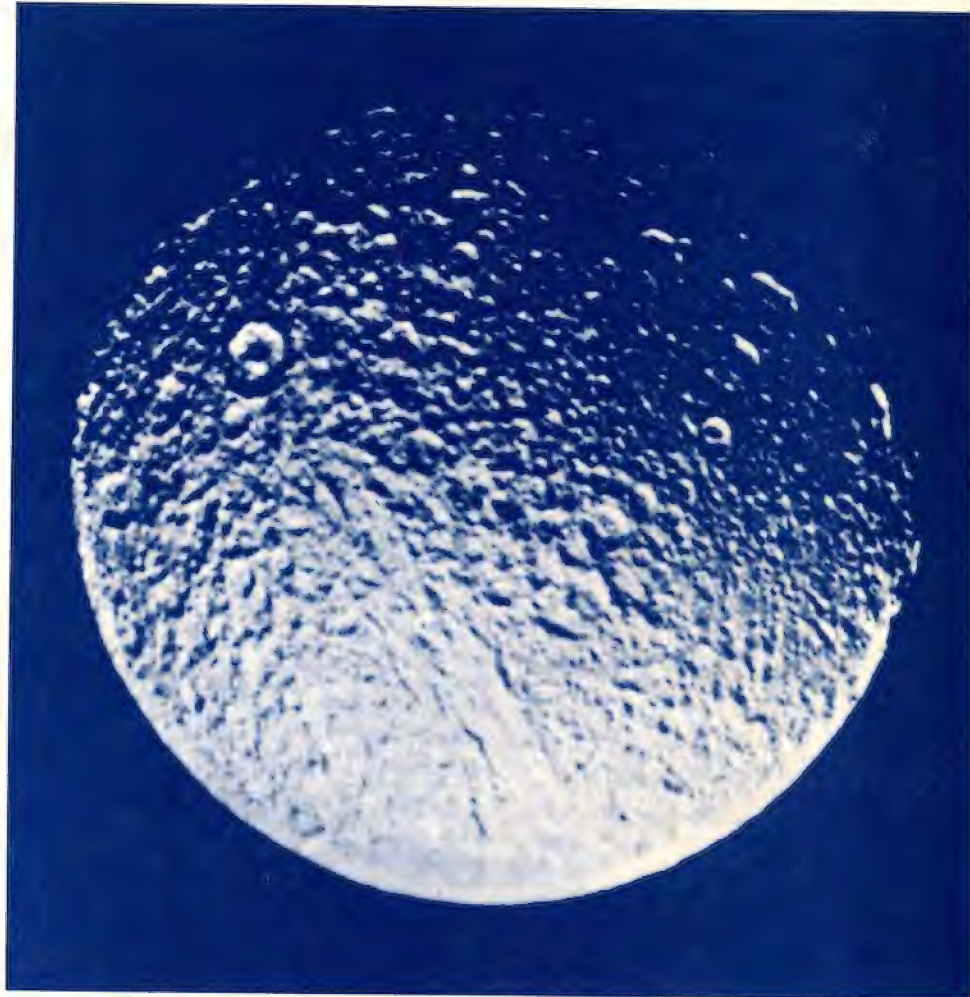


این عکس که به وسیله ویجر ۲ از فاصله ۸۷،۱۴۰ کیلومتری انسلا دوس برداشته شده، وضع توپوگرافی پوسته قمر مزبور را به خوبی نشان می‌دهد. دشته‌ها و بخش‌های بمباران شده و همچنین عوارض خطی انسلا دوس در این عکس به روشنی دیده می‌شود.



قمر تنیس که سطح آن کلاً از یخ آب پوشیده شده. (ویجر ۲، ۲۵ اوت ۱۹۸۱)

این عکس که یکی از بهترین تصویرهای نتیس است، به وسیله ویجر ۲ از فاصله ۹۳،۰۰۰ کیلومتری تهیه گردیده. چهره آبله‌گون و شیار سراسری قمر مزبور در این عکس به‌خوبی دیده می‌شود.



ری!

RHEA

ری! بعد از تیتان بزرگ‌ترین قمر کیوان است. قطر آن ۱۵۳۰ کیلومتر و چگالی آن ۱/۳ و گرانش آن نسبتاً کم است. ویجر ۱ از فاصله ۷۳،۹۸۰ کیلومتری آن عبور کرد و عکس‌های بسیار روشن و واضحی از آن به زمین فرستاد. ویجر ۲ از فاصله ۶۴۰،۰۰۰ کیلومتری آن گذشت و ضمن نقشه برداری از آن بر اطلاعات بدست آمده به‌وسیله ویجر ۱ افزود. این قمر نیز همانند دیون از دو نیم‌کره روشن و تاریک تشکیل یافته و در این‌که سراسر آن از یخ‌آب پوشیده است هیچ تردیدی نیست. نواحی نیمگانی و به‌ویژه بخش‌های شمالی استوا، ری! را انبوهی از گودهای شهابی فرا گرفته و نواحی روشن آن نیز از گودهای بسیاری پوشیده گردیده است.

و نسبت بازتاب آن بطور محسوسی کم است. چگالی این قمر ۱/۴ برابر آب و متأثر از امواج رادیویی گسیل شده از کیوان است. سراسر دیون به‌ویژه به‌وسیله ویجر ۱ نقشه‌برداری گردیده و قسمت قابل ملاحظه‌ای از سطح آن مطالعه شده است. دیون با قمرک S6 که به آن دیون ب می‌گویند هم‌مدار است و اخیراً نشانه‌هایی بدست آمده که وجود قمرک هم‌مدار دیگری را حکایت می‌کند.

از جمله ویژگی‌های دیون آن است که نیم‌کره‌ای از آن روشن و نیم‌کره دیگر آن تیره و تاریک است. نسبت بازتاب نیم‌کره روشن حدود ۰/۶ و نسبت بازتاب نیم‌کره تیره فقط ۰/۳ است. از جمله عوارض چشمگیر و قابل ملاحظه سطح دیون خط شیارمانندی است بنام آماتا *Amata* به طول حدود ۲۴۰ کیلومتر که به‌صورت خطی روشن از نیم‌کره تاریک شروع شده و به نیم‌کره روشن پایان می‌یابد. وجود چنین عارضه‌ای را احتمالاً به انجماد درونی قمر مربوط می‌دانند. سطح نیم‌کره روشن دیون احتمالاً از یخ‌آب پوشیده شده که در اصل از درون قمر به بیرون تراویده و نیم‌کره‌ای از آن را زیر پوشش قرار داده است. در سطح این قمر گودهای شهابی مهمی که قطرشان از ۳۰ تا ۴۰ کیلومتر تجاوز کند به‌چشم نمی‌خورد. فاصله دیون از کیوان بطور متوسط ۳۷۷،۰۰۰ کیلومتر است و یک دور گردش آن ۲ روز و ۱۷ ساعت و ۴۱ دقیقه به درازا می‌کشد.

اثر پمارانهای شهابی در سطح قمر دیون. (ویجر ۱، ۱۲ نوامبر ۱۹۸۰).



کاوش های کیهانی که به یاری ویجر ۱ انجام یافته است ، نشان داد که جو تیتان کلاً از نیتروژن و کمی متان ترکیب یافته و تراکم نسبتاً زیاد آن دیدار سطح قمر مزبور را مانع گردیده است . آزمایش های انجام شده به وسیله ویجرها فشار جو تیتان را $1/6$ برابر فشار جو زمین نشان می دهد و دمای سطحی آن را معادل 92 کلوین بیان می دارد . در جو تیتان علاوه بر نیتروژن و متان گازهای دیگری چون هلیوم ، اتان ، استیلن ، پروپان و ئیدروژن نیز یافت می گردد . شرایط حاکم بر جو تیتان وجود گونه های حیات را در قمر مزبور ایجاب می نماید ، اما از آنجائی که دمای تیتان بسیار کم است ، این تصور بسیار نامحتمل خواهد بود .

با وجود این که دو نیم کره تیتان از نظر رنگ متفاوتند ، ولی رنگ کلی قمر مزبور مایل به نارنجی است . نیم کره جنوبی روشن تر و درخشان تر و نیم کره شمالی تقریباً قرمز و تیره است .

اطلاعات بدست آمده گویای آن است که ترکیبات جو تیتان در قطب شمال و عرض متوسط و همچنین عرض های پائین نیم کره شمالی متفاوت است و مقدار استیلن و متیل استیلن نواحی اخیر از نواحی قطبی بیشتر است . تیتان یک قمر همزمان است و میل محور چرخش آن نسبت به قائم بر سطح مدارش حدود 5 درجه است . فاصله تیتان از زحل $1,221,600$ کیلومتر است و یک دور گردش کامل آن 15 روز و 22 ساعت و 42 دقیقه به درازا می کشد .

بنابر پاره ای نظرات ، مواد تیره و تاریک از درون قمر به بیرون تراویده و بسیاری از گودهای دیرین را پوشانیده است . فاصله ری ۱ از زحل $522,200$ کیلومتر و یک دور گردش آن 4 روز و 12 ساعت و 25 دقیقه به طول می انجامد .

تیتان

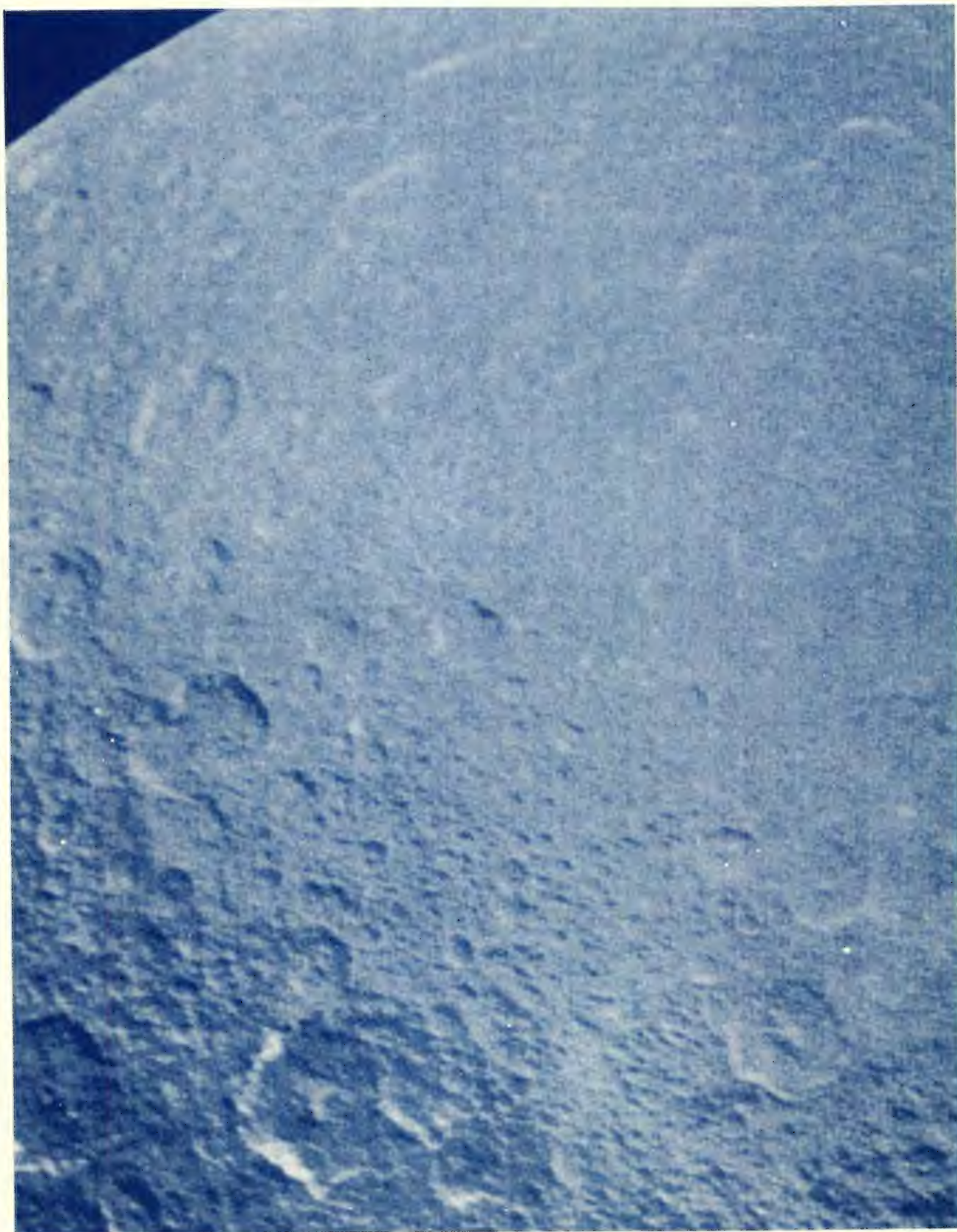
TITAN

تیتان بزرگترین قمر زحل و بعد از گانیمد (قمر مشتری) بزرگترین قمر خانواده خورشیدی است . قطر تیتان 5150 کیلومتر و چگالی متوسط آن دو برابر آب است . به همین دلیل تصور می شود که نیمی از سنگ و نیمی از یخ آب تشکیل یافته باشد . سرعت گریز تیتان که حدود $2/5$ کیلومتر در ثانیه است ، جوی را در پیرامون آن نگاه داشته که نخستین نشانه های آن در سال 1903 به وسیله جی . کما سولا *J. Comas Sola* ستاره شناس اسپانیائی احساس گردید و طی سال های 1943 و 1944 جرارد . پی . کوئی پر *Gerard P. Kuiper* به کمک دستگاه های طیف نگار آن را آزمایش و تأیید نمود .

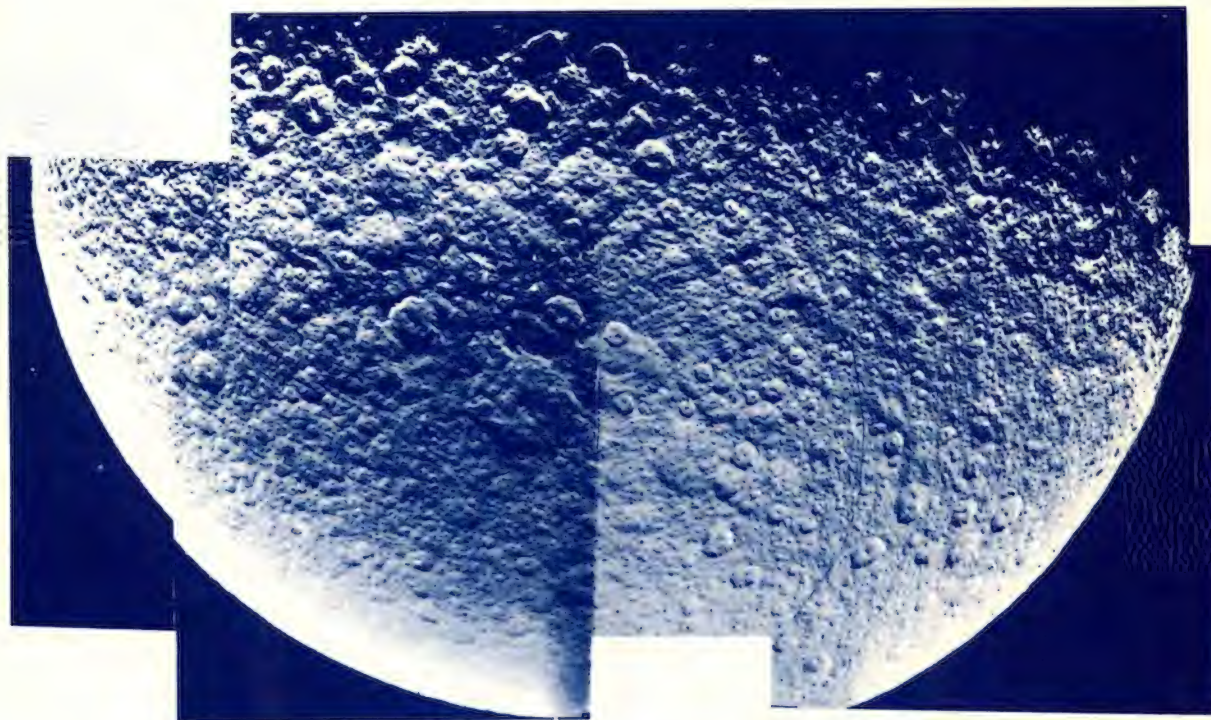


این تصویر از فاصله $240,000$ کیلومتری دیون به وسیله ویجر ۱ عکاسی شده . به طوری که دیده می شود ، اختلاف رنگ دو نیم کره قمر مزبور در این عکس به خوبی محسوس است .

نواحی قطب شمال قمری را از فاصله هفتاد هزار کیلومتری، در این تصویر عوارضی که اندازه آنها حتی به ۲۲ کیلومتر می‌رسد دیده می‌شود. (ویجر ۱ دوازده نوامبر ۱۹۸۰)



تصویری از ری ا که از فاصله ۸۰ هزار کیلومتری به وسیله ویجر ۱ عکسبرداری شده. به طوری که دیده می شود، گودهای شهابی فراوانی در این عکس به چشم می خورد که قطر بزرگترین آنها سیصد کیلومتر است.



هیپریون

HYPERION

هیپریون از جمله کوچکترین اقمار عمده کیوان است. مدار بیضی شکل این قمر بین تیتان و یاپتوس و در فاصله ۱,۴۸۳,۰۰۰ کیلومتری زحل قرار دارد. شناسائی کامل هیپریون به وسیله ویجر ۱ که از فاصله ۸۸۰,۰۰۰ کیلومتری آن عبور کرده بود میسر نگردید، اما از سفر ویجر ۲ که از فاصله ۴۷۰,۰۰۰ کیلومتری آن گذشت نتایج بهتری بدست آمد. هیپریون دارای شکل نامنظمی است و ابعاد آن حدود $۴۰۰ \times ۲۵۰ \times ۲۴۰$ کیلومتر است. شکل نامنظم هیپریون این گمان را مطرح می سازد که قمر مزبور در روزگاری نه چندان دور، ظاهراً با یک جرم فضائی برخورد کرده است. فاصله بسیار دور هیپریون از زحل آن را از اثرات کشندی سیاره مادر تقریباً در امان داشته و تعادل مداری آن را مدت ها به تأخیر انداخته است. نسبت بازتاب ضعیف هیپریون نشانه آن است که روی آن را غباری از مواد تیره پوشانیده

Composition of the Atmosphere

ترکیبات جو تیتان

درصد	حدود ۹۴	ستروژن
درصد	حدود ۶	هلیوم
درصد	حدود ۲-۱۰	متان
درصد	حدود ۲×۱۰^{-۵}	انان
درصد	حدود ۳×۱۰^{-۶}	استیلن
درصد	حدود ۲×۱۰^{-۵}	پروپان
درصد	حدود $۱۰^{-۷}$ تا $۱۰^{-۸}$	دی استیلن
درصد	حدود ۳×۱۰^{-۸}	متیل استیلن
درصد	حدود ۲×۱۰^{-۷}	تیدرژن ساند
درصد	حدود $۱۰^{-۷}$ تا $۱۰^{-۸}$	کالواستیلن
درصد	حدود $۱۰^{-۷}$ تا $۱۰^{-۸}$	کانوژن
درصد	حدود $۱۰^{-۱۰}$	کرس دی اکسید
	؟	کرس مونواکسید

فی بی

PHOEBE

دورترین و یا بیرونی‌ترین قمر کیوان که فی بی نام دارد در سال ۱۸۹۸ به کمک فن عکسبرداری کشف گردید. فی بی کوچکترین قمر از مجموعه قمرهای عمده کیوان است و قطر آن از ۱۶۰ کیلومتر بیشتر نیست و به همین جهت جرم بسیار کم نوری را در تلسکوپ‌های زمینی مجسم می‌سازد. فاصله متوسط فی بی از زحل حدود ۱۳ میلیون کیلومتر است و یک دور گردش پس رونده آن ۵۵۰ روز و ۸ ساعت و ۵ دقیقه به درازا می‌کشد. متأسفانه شناسایی و نقشه برداری فی بی به وسیله هیچیک از ویجرها بخوبی میسر نگردید، زیرا ویجر ۱ از فاصله حداقل ۱۳۰۵۰۰،۰۰۰ کیلومتری آن عبور کرد و ویجر ۲ نیز هیچگاه از ۱،۴۷۳،۰۰۰ کیلومتری به آن نزدیک نشد. به همین دلیل عکس روشن و واضحی از این قمر در دست نیست و در میان اقمار کیوان ناشناخته‌ترین قمر بشمار می‌آید.

سطح فی بی تقریباً تیره و تار است و نسبت بازتاب آن حدود ۰/۵ است و این نسبت در نقاط مختلف قمر مزبور تفاوت می‌کند و گاه تا ۵ درصد کم و زیاد می‌شود.

فی بی برخلاف هیپریون دارای شکل کروی است (البته تا آنجائی که اطلاع داریم) و یک دور چرخش محوری آن احتمالاً حدود ۹ ساعت به طول می‌انجامد. ویژگی این قمر یکی گردش پس رونده آن است و دیگری میل نسبتاً زیاد سطح مدار آن با سطح استواء کیوان است که به حدود ۱۵۰ درجه می‌رسد. این ویژگی‌ها گویای آن است که جرم مزبور ذاتاً یک قمر نیست بلکه سیارکی است که در روزگاران گذشته به دام کیوان افتاده و از آن زمان تا کنون تحولی در آن پدید نیامده است.

بطور خلاصه باید گفت فی بی بخوبی شناسائی نشده و کاوش‌ها و بررسی‌های بیشتری را ایجاب می‌نماید.

قمرهای کوچک کیوان

SMALL SATELLITES

در سال‌های اخیر شمار قمرهای شناخته شده زحل رو به فزونی نهاده است. پیش از مأموریت فضا ناوهای پایونیر و ویجر و آغاز کاوش‌های کیهانی،

و نسبت بازتاب سراسری آن را بین ۱۰ تا ۴۰ درصد متغیر ساخته است. در سطح هیپریون چندین گود نسبت بزرگ دیده می‌شود که یکی از آنها دارای قطری حدود ۱۲۰ کیلومتر و ژرفای حدود ۱۰ کیلومتر است و چگالی کم آن نشان می‌دهد که عامل یخبندان خلل و فرج بسیاری در آن پدید آورده و بالطبع از چگالی آن کاسته است. آزمایش‌های طیفی نشانه‌هایی از وجود یخ آب را در گوشه و کنار آن نشان می‌دهد.

یک دور گردش کامل هیپریون ۲۱ روز و ۶ ساعت و ۴۴ دقیقه به درازا می‌کشد و در مورد این که قمر مزبور یک قمر همزمان است و یا دارای چرخش محوری است؟ هنوز تردیدهایی وجود دارد.

یاپتوس

IAPETUS

یاپتوس که یکی از بیرونی‌ترین اقمار عمده کیوان است، در فاصلای برابر ۳،۵۶۰،۰۰۰ کیلومتری به دور سیاره مادر گردش می‌کند و یک دور گردش کامل آن ۷۹ روز و ۷ ساعت و ۵۷ دقیقه به طول می‌انجامد. قطر این قمر ۱۴۴۰ کیلومتر است و چگالی آن اندکی از آب بیشتر است. ویجر ۲ برخلاف ویجر ۱ که هیچگاه موفق به نزدیک شدن به قمر مزبور نگردید، از فاصله ۹۰۹،۰۰۰ کیلومتری آن عبور کرد و تصویرهای نسبتاً روشن و قابل توجهی از سطح آن تهیه نمود.

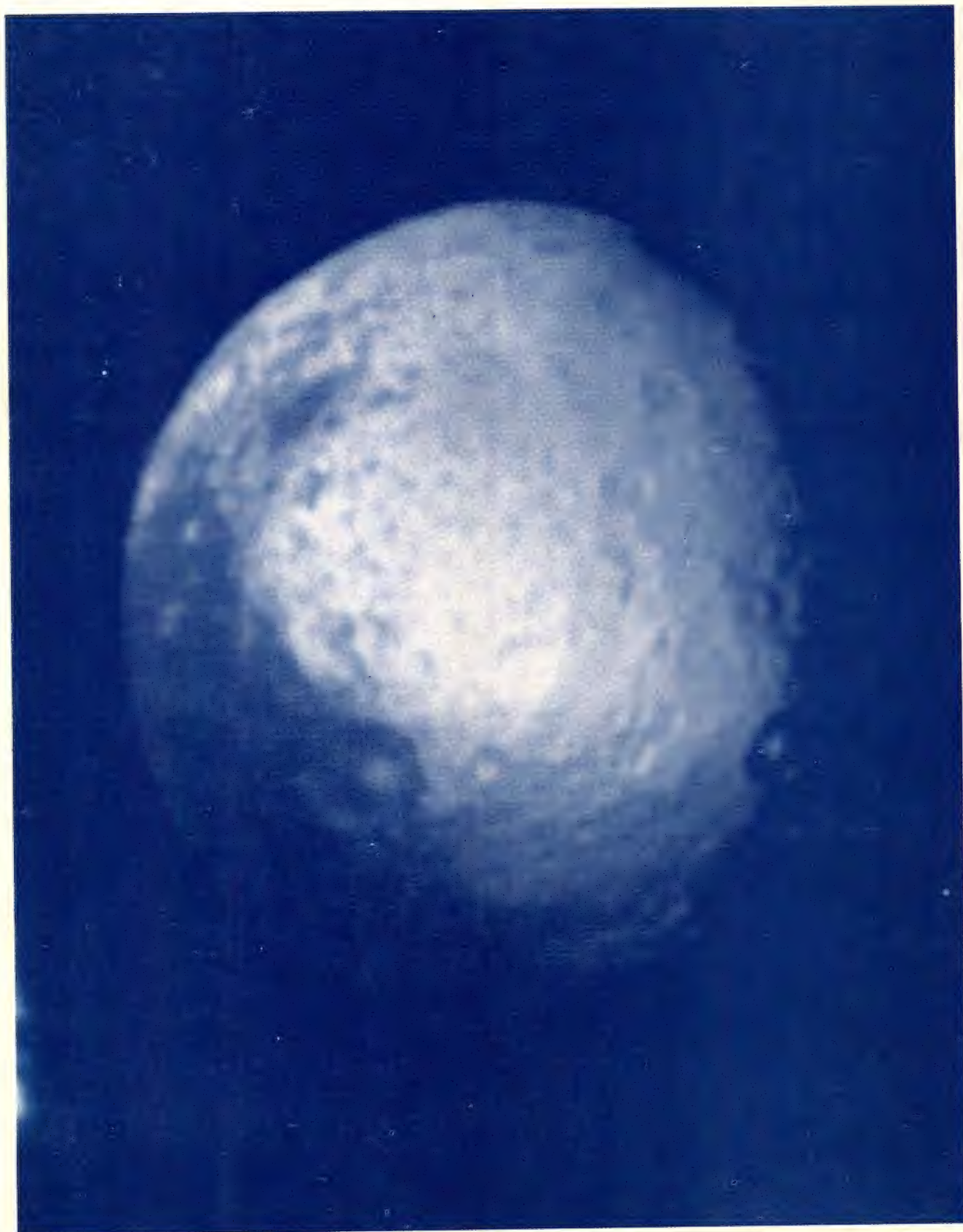
یاپتوس در سال ۱۶۷۱ به وسیله جی. دی. کاسینی *G.D. Cassini* کشف گردید و از همان زمان معلوم شد که درخشندگی آن متغیر است. نتایج بدست آمده از مأموریت ویجرها نشان داد که این اختلاف به تفاوت رنگ دو نیم کره یاپتوس که نسبت بازتاب یکی به ۰/۵ و دیگری به ۰/۵ می‌رسد، مربوط می‌باشد. دو نیم کره قمر مزبور فاقد مرز مشخصی بوده و هر دوی آنها از گودهای شهابی آبله‌گون هستند.

چگونگی و علت اختلاف رنگ این دو نیم کره هنوز روشن نیست و جایی برای بررسی‌های آینده باز گذارده است. یاپتوس یک قمر یخی است و احتمال می‌رود که نیم کره رو به کیوان آن به وسیله لایه‌ای از خردیزه‌های پرتاب شده از سیاره مادر پوشیده شده و رنگ آن را تیره و تار کرده باشد و یا این که مواد تیره کننده از درون قمر به بیرون تراویده و بخشی از سطح آن را زیر پوشش قرار داده باشد.



چو انبوه نشان سطح قمر مزبور را در زیر خویس پنهان نموده و از نظرها دور داشته است. این عکس که از فاصله ۹۰۷،۰۰۰ کیلومتری گرفته شده جوهرامون قمر را بدخوبی نشان می‌دهد.

سطح قمر یانوس که از بواچی روتس و تارک تشکیل یافته است. طبیعت این قمر هنوز مورد تردید و نیازمند بررسی است.
(ویجر ۱، ۲، سپت و دوم اوت ۱۹۸۱)



این تصاویر که به وسیلهٔ وِیجر ۲ از فاصله ۹۰۹۰۰۷۰۰ کیلومتری یاپتوس تهیه شده، نیمکرهٔ پشت به سیاره را نشان می‌دهد. در عکس سمت چپ بخشی از نیمکرهٔ تاریک قمر که رو به کیوان قرار دارد، دیده می‌شود.



به زحل است و مدت گردش آن ۱۶ ساعت و ۴۰ دقیقه و مدت گردش S1 نیز برابر ۱۶ ساعت و ۴۰ دقیقه است.

درفوریه ۱۹۸۲ اس. پی. سینوت S.P. Synnott اعلام داشت که مدارک بدست آمده از وِیجر ۲، وجود قمرک دیگری را در فاصله حدود ۱۸۵،۶۰۰ کیلومتری زحل نشان می‌دهد که احتمالاً با می‌ماس هم‌مدار است. اندازه‌های احتمالی این قمرک که موجودیت آن تا تاریخ چاپ این کتاب* هنوز تأیید نگردیده، حدود ۱۰ کیلومتر است.

در فاصله‌ای دورتر، یعنی در ۲۹۴،۷۰۰ کیلومتری کیوان دو قمرک هم مدار قرار دارند که یکی به شماره S13 در فاصله ۶۰ درجه جلوی تتیس و دیگری به شماره S25 در فاصله ۶۰ درجه پشت تتیس روی مداری به دور کیوان گردش می‌کنند. سینوت همچنین به وجود قمرک دیگری در

از خانواده کیوان جمعاً ۹ قمر شناسائی شده بود و امروزه این تعداد به ۲۳ بالغ گردیده است. در میان اعضای خانواده زحل پنج قمر کوچک در حد فاصل مدار می‌ماس و کیوان در گردشند که هنوز نامگذاری نشده و موقتاً به وسیله حرف S (به نشانه کیوان) همراه با یک شماره و گاه با تاریخ کشف مشخص می‌گردند. نخستین آنها قمرک S28 است که در لبه بیرونی حلقه A و در فاصله ۱۳۷،۶۷۰ کیلومتری کیوان قرار دارد. این قمر در عکسهای مخایره شده سال ۱۹۸۰ وِیجر ۱ هنگامی که از فاصله ۲۱۹ هزار کیلومتری آن عبور می‌کرد، کشف گردیده است. قمرک S28 جرم نسبتاً درازی است که بزرگ‌ترین طول آن به حدود ۴۰ کیلومتر می‌رسد و ضمن آنکه هر ۱۴ ساعت و ۳۰ دقیقه یکبار به دور زحل می‌گردد، لبه خارجی حلقه A را نیز همانند یک رفتگر پاک کرده و آن را تیز و مشخص می‌نماید.

بعد از S28 دو قمرک دیگر با شماره‌های S27 و S26 قرار دارند که در ازای هر کدام حداقل حدود ۲۰۰ کیلومتر است. این دو قمر در طرفین حلقه F گردش می‌کنند و نیروی گرانشی آنها به ثبات و ایستائی حلقه مزبور کمک می‌نماید. فاصله متوسط قمرک S27 از کیوان ۱۳۹،۳۵۳ کیلومتر و میانگین فاصله قمرک S26 از سیاره مادر ۱۴۱،۷۰۰ کیلومتر است. قمرک S27 هر ۱۴ ساعت و ۴۳ دقیقه یکبار و قمرک S26 هر ۱۵ ساعت و ۵ دقیقه یک مرتبه به دور زحل گردش می‌کنند.

در فاصله ۱۵۱،۵۰۰ کیلومتری کیوان و ده هزار کیلومتری حلقه F و تقریباً میان حلقه‌های F و G دو قمر کوچک جالب توجه به شماره‌های S3 و S1 جای دارند که هر دو دارای شکل نامنظمی هستند. اندازه قمرک S3 برابر ۴۰×۹۰ کیلومتر است و قمرک S1 حدود ۱۰۰×۹۰ کیلومتری باشد. نشانه‌های موجود گویای آن است که قمرک‌های مزبور پاره‌هایی از یک جرم متلاشی شده می‌باشند. در هر حال قمرک S3 نسبت به S1 کمی نزدیک‌تر



تصاویر ارسالی از وِیجر ۲ شکل نامنظم همیرون را نشان می‌دهد. در این تصاویر که از فاصله ۴۷۰،۰۸۴ کیلومتری گرفته شده، مناطق روشن و تاریک و همچنین پاره‌ای گوده‌های سطح قمر مزبور دیده می‌شود.

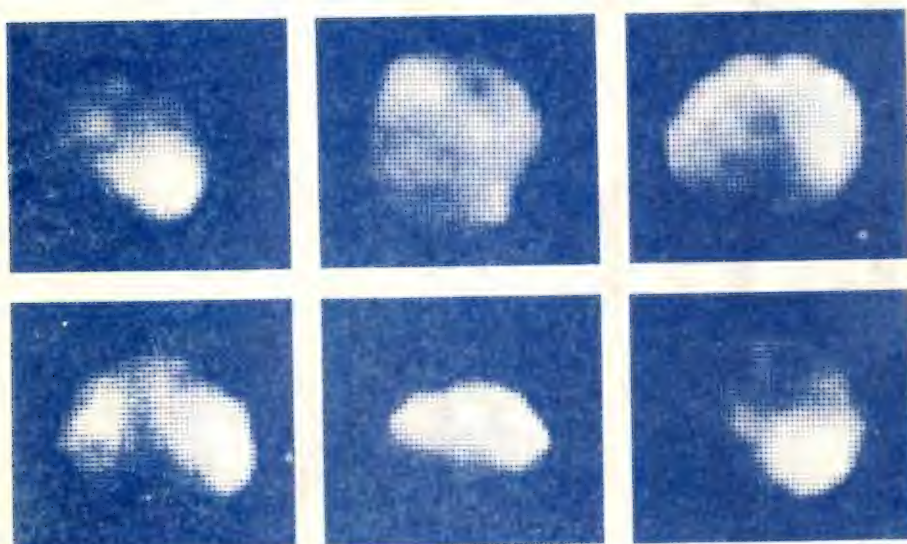
دو قمرک دیگر نیز همچنین به وسیله اس. بی. سینوت کشف شده که یکی بین مدار تتیس و دیون و در فاصله ۳۵۰,۰۰۰ کیلومتری زحل در گردش است و یک دور گردش آن ۲ روز و ۱۰ ساعت و ۳۴ دقیقه به درازا می کشد، و دیگری در میان دیون و ری ۱ و در فاصله ۴۷۰,۰۰۰ کیلومتری قرار گرفته که مدت گردش آن ۳ روز و ۱۹ ساعت و ۱۲ دقیقه می باشد. اندازه این دو قمر احتمالاً حدود ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر است.

همانطوری که قبلاً هم اشاره شد، احتمال این که قمرهای ناشناخته دیگری نیز در این خانواده موجود باشد بسیار زیاد است، مسلماً کاوش های آینده پاسخگوی این مسئله خواهند بود.

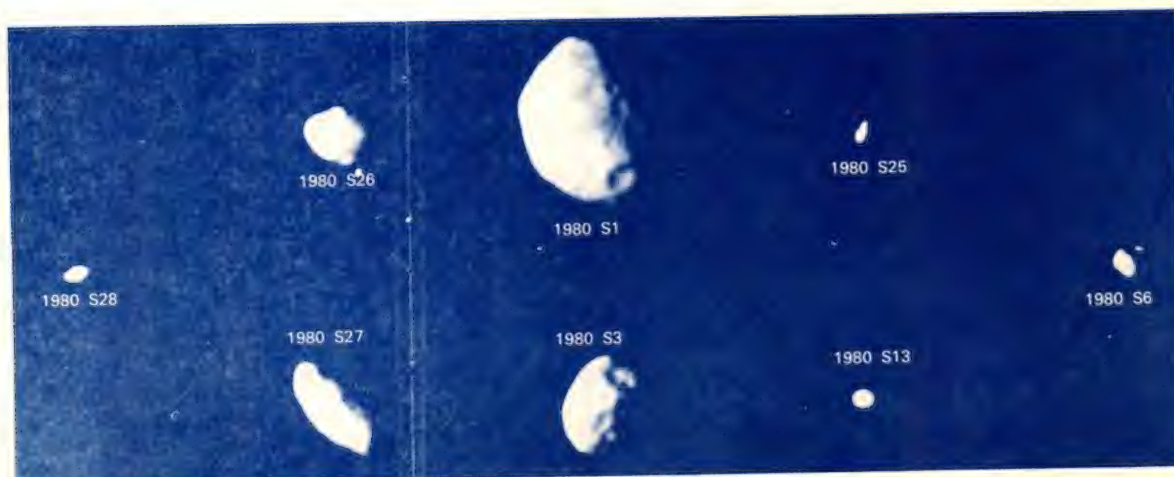
همین مدار اشاره می کند که تا این زمان هنوز موجودیت آن تأیید نگردیده است.

از دیگر اقمار کوچک زحل قمرک S6 است که به دلیل هم مدار بودن با دیون غالباً بنام دیون ب شناخته می شود. قطر قمرک S6 که به یاری مشاهدات تلسکوپی سال ۱۹۸۰ از پایگاه زمینی کشف گردیده، حدود ۱۶۰ کیلومتر است و هر ۲ روز و ۱۶ ساعت و ۴۸ دقیقه یکبار به دور کیوان گردش می کند. از این قمر جز این که آن را یک دنیای منجمد و یخ بسته احتمالی بشمار آوریم، اطلاع دیگری در دست نیست.

سینوت علاوه بر S6 به وجود قمرک دیگری در همین مدار پی برده که تاکنون تأیید نگردیده است.



و بحر ۱ با فاصله بسیار دور خود از فی بی، به کسب اطلاعات مفیدی از این قمر موفق نگردید، و و بحر ۲ که از فاصله بیشتر از ۲/۲ میلیون کیلومتری آن عبور نمود، فقط به برداشتن عکس از قمر مزبور اکتفا کرد. با وجودی که عکسهای مزبور از کیفیت لازم برخوردار نیستند، مع الوصف پاره ای عوارض تاریک و روشن در سطح آن به چشم می خورد.



هشت قمر کوچک به وسیله و بحرهای ۱ و ۲ کشف گردیده است. این قمرک ها یا در لبه حلقه های زحل گردش می کنند و یا با قمرهای عمده کیوان هم مدار هستند. از سمت چپ، قمرک S28 یا رفتگر لبه خارجی حلقه A. قمرک های S26 و S27 یا رفتگرهای دو طرف حلقه F. قمرک های هم مدار S1 و S3. قمرک های S13 و S25، هم مدارهای تتیس. قمرک S6 هم مدار دیون که به آن دیون ب نیز می گویند. به طوری که دیده می شود، قمرک های این شکل به وسیله بمباران های شهابی آبله گون شده اند.

سیارات دور دست و اجرام دیگر

**OUTER
SOLAR SYSTEM**



اورانوس

ویژگی های اورانوس

CHARACTERISTICS OF URANUS

اورانوس هفتمین سیاره از منظومه شمسی و یکی از چهار فرزند غول پیکر خورشید است. این سیاره که در فاصله ۲,۸۶۹,۶۰۰,۰۰۰ کیلومتری خورشید واقع شده، با رنگ آبی مایل به سبز خودتمایی می کند و چهره ای به ظاهر آرام و محبوب دارد. اورانوس که از خدای آسمان و اول فرمانروای جهان در دین یونانیان باستان نام گرفته است، در سال ۱۷۸۱ به وسیله ویلیام هرشل کشف گردید و فضا ناو وجر ۲ هشت سال پس از ترک زمین در ۲۴ ژانویه ۱۹۸۶ خود را به فاصله ۸۲,۰۰۰ کیلومتری آن رسانید و برای نخستین بار تصویر نزدیک سیاره مزبور را در برابر دیدگان مشتاق زمینیان آشکار ساخت.

اورانوس از خورشید آن چنان دور است که آفتاب ۳۷۰ بار ضعیف تر از زمین به آن می تابد و امواج رادیویی که با سرعت نور حرکت می کنند، برای طی فاصله آن تا زمین به مدتی برابر دو ساعت و ۴۴/۸ دقیقه نیازمندند. اورانوس و خانواده او حول محوری که با دایرة البروج حدود ۸ درجه انحراف دارد می چرخد و از این بابت وضع منحصر به فردی را به خود اختصاص داده است. قطر استوائی اورانوس ۵۱,۱۲۰ کیلومتر و قطر قطبی آن ۴۹,۹۴۵ کیلومتر است و یک بار چرخش محوری آن ۱۷ ساعت و ۱۴ دقیقه و ۲۴ ثانیه به درازا می کشد.

پیرامون اورانوس را ده حلقه یاریک و تیره در برگرفته و پانزده قمر به گرد آن در گردش است و از این جهت پس از کیوان و مشتری سومین فرزند عیالوار خورشید به شمار می آید. اورانوس هر ۸۴ سال و ۴ روز و ۱۷ ساعت و ۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه یک بار به دور خورشید گردش می کند.

شناسنامه اورانوس

Physical Data

فاصله از خورشید	۲,۸۶۹,۶۰۰,۰۰۰ کیلومتر
مدت گردش به دور خورشید	۸۴ سال و ۴ روز و ۱۷ ساعت و ۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه
زمان چرخش محوری	۱۷ ساعت و ۱۴ دقیقه و ۲۴ ثانیه
قطر استوائی	۵۱,۱۲۰ کیلومتر
قطر قطبی	۴۹,۹۴۵ کیلومتر
حجم	حدود ۷۰ برابر زمین
تراکم	۱/۳ برابر آب
جرم	۱۴/۴ برابر زمین
دمای سطحی	۲۰۰- درجه سانتی گراد
تمایل محور	۹۷/۸ درجه
نسبت بازتاب	۵/۹۳
سرعت گریز	۲۲/۵ کیلومتر در ثانیه

جو اورانوس

Atmosphere

گاز متان موجود در جو فوقانی اورانوس، نور قرمز آفتاب را جذب کرده و نورهای آبی و سبز را بر جو سیاره مسلط می سازد و چهره ظاهری کره مزبور را با رنگ آبی مایل به سبز می آراید. پیرامون اورانوس را ابرهای کوناگونی پوشانیده و بادهائی با سرعت ۱۸۰ تا ۵۴۰ کیلومتر در ساعت در آن می وزد. آن دسته از ابرهایی که به قطب های اورانوس نزدیکترند، حتی سریعتر حرکت کرده و سرعتشان به ۶۸۰ کیلومتر در ساعت می رسد.

اتمسفر اورانوس در نواحی نیمگانی با سرعت ۱۷۵ کیلومتر در ساعت حول محور سیاره می چرخد و بادهای جوی با رسیدن به نواحی نیمگانی جهت خود را عوض می کنند و از ستبرای جو نواحی مزبور می گاهند و در مقابل بر انبوهش اتمسفر نواحی قطبی می افزایند (برعکس زمین که بر اثر وزش بادهای جت استریم، ضخامت جو در نواحی نیمگانی بیشتر از نواحی قطبی است).

اورانوس برخلاف مشتری و کیوان که سیاراتی درون گرم و فعال هستند، حرارتی از درون خود سانس نمی کند، و از آنجائی که فرارفت گرما به آشوب های جوی می انجامد، لذا آرامش ظاهری چهره اورانوس را به خوبی می توان توجیه کرد. البته رنگ آبی ملایم چهره اورانوس که به وسیله وجر ۲ به زمین مخابره شده، فقط گویای وضع ظاهری لایه های فوقانی جو سیاره بوده و ژرف لایه های آن از دید کنجکا و فضا ناو مزبور به دور مانده است، به همین دلیل برخی از دانشمندان بر این گمانند که شاید لایه یا لایه هایی در اعماق جو اورانوس وجود داشته باشد که از فرار دمای درونی جلوگیری کرده و ظاهری سرد و آرام به لایه های فوقانی جو سیاره بخشیده است.

سنجار *Sensor* های حساس وجر ۲ دمای سیاره را در سطح ابرهای فوقانی معادل ۲۲۰- درجه سانتی گراد نشان می دهد و بیانگر آن است که با افزایش عمق بر میزان آن افزوده می شود، به طوری که در ژرفای ۲/۳ بار* به ۱۷۲- درجه سانتی گراد می رسد.

۸۵ درصد قسمتهای فوقانی جو اورانوس که از ابرهای آبی رنگ پوشیده شده به تیدرژن اختصاص یافته و گاز هلیوم در مقام دوم جای دارد و لایمائی از ابر متان به ستبرای ۲ تا ۴ کیلومتر سراسر سطح سیاره را پوشانیده است و نشانه هایی از یک یونکره قابل توجه نیز در جو آن به چشم می خورد.

میدان مغناطیسی اورانوس

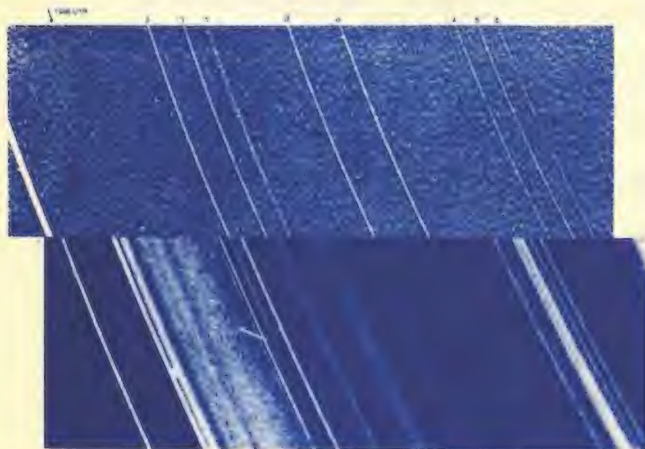
Magnetic Field

طی بررسیهایی که به مدت ۳۷ روز به وسیله وجر ۲ به عمل آمد، معلوم گردید که اورانوس هر ۱۷ ساعت و ۱۴ دقیقه و ۲۴ ثانیه یک بار به گرد محور خویش می چرخد و محور مغناطیسی آن ۵۸/۵ درجه نسبت به محور چرخش سیاره انحراف دارد و امتداد محور مغناطیس آن از فاصلهای حدود ۸,۰۰۰ کیلومتری مرکز سیاره عبور می کند. شرایط مزبور حالت خاصی را به اورانوس بخشیده و آن را در میان فرزندان نه گانه خورشید منحصر به فرد ساخته است. وزش بادهای خورشیدی باعث گردیده تا مانند دیگر

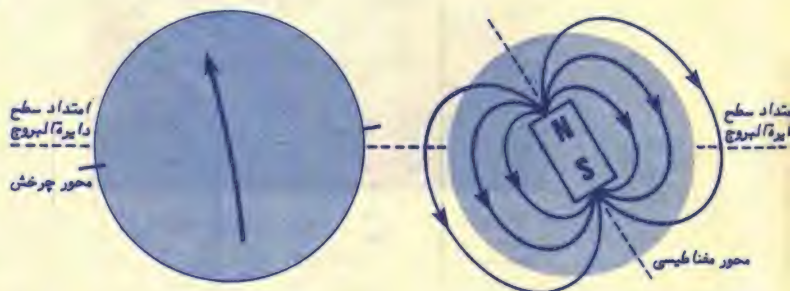
است که دانشمندان در پی تحقیق و شناخت آنند تا شاید به راز آفرینش سیارات و اجرام کیهانی دست یابند و فرضیه پیدایش سیارات *Planetesimal Hypothesis** را تحقق بخشند.

همان طوری که گفته شد شمار حلقه‌های اورانوس ده‌تاست و بزرگترین و مهمترین آنها که اپسیلن نام دارد، بیرونی‌ترین آنها را تشکیل داده و پس از آن به ترتیب حلقه‌های *1986U1R*، دلتا *Delta*، گاما *Gamma*، اِتا *Eta*، بتا *Beta*، آلفا *Alpha*، ۴، ۵ و ۶ قرار گرفته‌اند.

قمرهای *1986U8* (اوفیلیا) و *1986U7* (کوردلیا) در دو لبه حلقه اپسیلن جای دارند و نقش رفتگرهای حلقه مزبور را بر عهده دارند.



سیارات، آن قسمت از مغناطکره اورانوس که رو به خورشید قرار دارد، تا فاصله ۴۶۵،۰۰۰ کیلومتری مرکز سیاره به عقب رانده شود و در مقابل دنباله طویلی در پشت سیاره ایجاد نماید. اندازه‌گیریها نشان داده‌است که نیروی میدان مغناطیسی اورانوس به طور متوسط ۵ بار نیرومندتر از میدان مغناطیسی زمین است و توان آن در ورود به قسمت پس‌نشسته مغناطکره به ۱/۰ گاوس بالغ می‌گردد.



اورانوس از نظر وضع محورهای چرخش و مغناطیس، سیاره منحصر به فردی در منظومه خورشیدی است و تمایل محور چرخش آن نسبت به سطح دایره البروج نیز خود شگفتی‌آفرین است.

حلقه‌های اورانوس

Uranian Rings

جیمز الیوت *James Elliot* و همکارانش در سال ۱۹۷۷ به وجود حلقه‌هایی در پیرامون اورانوس پی بردند و موفق گردیدند تا به کمک ستاره‌ای که آرام آرام به پشت سیاره می‌خزید به شمار حلقه‌ها و همچنین پهنای آنها از دیدگاه زمینی دست یابند. اما بررسی‌های ویجر جزئیات بیشتری را آشکار ساخت و افزون بر حلقه‌هایی که از دیدگاه زمینی یافت شده بود، موجودیت دو حلقه دیگر را نیز محقق نمود و شمار آنها را به ده حلقه افزایش داد. حلقه‌های اورانوس برخلاف حلقه‌های دیگر سیارات غول‌پیکر، واکنشی در مقابل نور خورشید از خود نشان نمی‌دهند و به اجرامی تیره و تاریک شباهت دارند. سراسر حلقه‌های اورانوس را غلافی از غبارهای کیهانی پوشانیده و خردیزه‌های آن را تقریباً در تاریکی فرو برده‌است و میزان بازتاب آنها را به ۵ درصد نور خورشید کاهش داده‌است.

حلقه‌های اورانوس نیز مانند حلقه‌های زحل احتمالاً از ذرات یخ آب پدید آمده و روی آنها را پوسته‌ای از گرد زغال پوشانده‌است. حلقه‌های اورانوس بسیار باریکند و غیر از حلقه اپسیلن *Epsilon* که پهنایش به حدود صد کیلومتر می‌رسد، پهنای بقیه از ۱۰ کیلومتر تجاوز نمی‌کند. اندازه خردیزه‌های حلقه اپسیلن بین ۳/۶ تا ۱۳ سانتی‌متر است و ذرات حلقه‌های دیگر گاه آن‌چنان خرد و ناچیزند که حتی از طول امواج رادیویی ویجر ۲ نیز کوچک‌ترند. دانشمندان بر این گمانند که خردیزه‌های مزبور احتمالاً در آینده به هم پیوسته و بزرگ و بزرگ‌تر خواهند شد. البته این همان چیزی

بخشی از حلقه‌های ده‌گانه اورانوس. حلقه دهم که با شماره *1986 U1R* مشخص شده به اندازه‌ای کم‌نور و باریک است که برای مشخص ساختن آن از یک پیکان (گوشه بالا سمت چپ عکس) استفاده گردیده و شماره آن در کنار پیکان نوشته شده‌است.

Uranian Satellites

قمرهای اورانوس

افزون بر قمرهای پنج‌گانه اورانوس که از دیدگاه‌های زمینی شناخته شده بودند، ویجر ۲ نیز به کشف ده قمر دیگر موفق گردید. بررسی تصاویرهای مخابره شده علاوه بر قمرهای مزبور وجود حدود پانزده قمرک بسیار کوچک را که اندازه‌هایشان ظاهراً از یک نقطه نورانی تجاوز نمی‌کند نیز نشان می‌دهد. کلیه قمرها و قمرک‌های نوپافته به مراتب کوچک‌تر و تاریک‌تر از قمرهای پنج‌گانه شناخته شده از پیش هستند و تاریکی آنها نیز همانند حلقه‌ها احتمالاً از پوشش یک لایه زغالین حاصل گردیده‌است.

قمرهای اورانوس کلاً از یخ آب و مواد سنگی ساخته شده و متراکم‌ترین آنها یعنی تیتانیا *Titania* حدود ۶۹ درصد از آب متراکم‌تر است و پوک‌ترینشان که میراندا *Miranda* نام دارد فقط ۲۵ درصد از آب متراکم‌تر است.

تصاویر قمرهای پنج‌گانه یعنی اوبرون *Oberon*، تیتانیا، اومبریل *Umbriel*، آریل *Ariel* و میراندا از سطح شکافته و خرد شده آنها حکایت می‌کند و نشان می‌دهد که فعالیت تکتونیکی فوق‌العاده‌ای در آنها حکمفرماست که طبعاً ناشی از اثرات جاذبه یا گرانش سیاره مادر است.

همان طوری که اشاره شد، شمار قمرهای شناخته شده اورانوس پانزده عدد است که از این تعداد قمرهای پنجگانه اوبرون، تیتانیا، اومبریل و آریل و میراندا قبلاً از ایستگاههای زمینی شناسائی شده بوده و قمر ششم با ورود ویجر ۲ در تاریخ ۳۱ دسامبر ۱۹۹۵ به محدوده اورانوس کشف گردید و با شماره 1985U1 مشخص شد و به دنبال آن ۹ قمر دیگر که همگی در سال ۱۹۸۶ کشف شده اند، شناسائی شد و به ترتیب با شماره های 1986U1 تا 1986 U9 نامگذاری گردید و بعدها اسامی جدیدی برای آنها انتخاب گردید که به شرح جدول زیر به آنها اشاره خواهد شد.

Characteristics of the Uranian Satellites

مشخصات قمرهای اورانوس

نام یا شماره پیشین	نام جدید		قطر به Km	شعاع مدار گردش به Km
	فارسی	لاتین		
اوبرون	اوبرون	Oberon	۱۰۵۵۰	۵۸۰۰۱۶۰
تیتانیا	تیتانیا	Titania	۱۰۵۸۵	۴۳۳۰۴۴۰
اومبریل	اومبریل	Umbriel	۱۰۱۸۵	۲۶۴۰۸۰۰
آریل	آریل	Ariel	۱۰۱۶۰	۱۸۹۰۹۲۰
میراندا	میراندا	Miranda	۴۸۰	۱۲۸۰۶۴۰
1985 U1	پوکا	Puck	۱۶۰×۱۶۸	۸۵۰۴۹۰
1986 U5	بلیندا	Belinda	۴۸	۷۴۰۶۶۰
1986 U4	روزالیند	Rosalind	۴۸	۶۹۰۵۲۰
1986 U1	پورشا	Portia	۹۶	۶۵۰۷۱۰
1986 U2	ژولیت	Juliet	۸۰	۶۳۰۹۸۰
1986 U6	دزدیمونا	Desdemona	۴۸	۶۲۰۳۴۰
1986 U3	کرسیدا	Cressida	۸۰	۶۱۰۳۹۰
1986 U9	بیانکا	Bianca	۴۸	۵۸۰۷۵۰
1986 U8	اوفلیا	Ophelia	۲۴	۵۲۰۹۹۰
1986 U7	کوردلیا	Cordelia	۱۶	۴۹۰۰۱۰



تیتانیا

بزرگترین قمر اورانوس است و قطر آن به ۱۰۵۸۰ کیلومتر بالغ می گردد. سطح تیتانیا را که به سیاهی می گراید، گودهای شهابی فراوانی پوشانیده و نشانه هایی از شکافها و گسلها و دره های ژرفی در آن به چشم می خورد. علاوه بر آن عوارض نسبتاً درخشانی که با پوسته ای احتمالاً از یخ آب پوشیده شده اند نیز در چهره قمر مزبور دیده می شود.

اوبرون

با قطری معادل ۱۵۵۰ کیلومتر یکی از بزرگترین قمرهای اورانوس به شمار می آید. در سطح این قمر کوهی به بلندی ۶۰۰۰ متر دیده می شود و علاوه بر آن گود بسیار پهناوری که کف آن را پوسته تیره ای پوشانیده است، به چشم می آید. آثاری که از جریان مواد آتشفشانی در آن دیده می شود، بر اثر فوران چیزی شبیه لجن پدید آمده است.



میراندا

به سبب یکی از شگفت‌ترین قمرهای اورانوس است، بلکه عجیب‌ترین قمر منظومه شمسی نیز هست. بخشی از پوسته این قمر به شدت آله‌گون و بی‌کهن است و در مقابل بخشی دیگر جوان و دارای ساختار شگفت و پیچیده‌ای است. چهرهٔ میراندا از عوارض گوناگونی آراسته شده و کسل‌ها و دره‌های ژرف و رشته‌کوه‌های مواری و گودهای شهابی فراوان از ویژگیهای آن است.



پوکا

نخستین قمری است که در دیدار ویجر ۲ از خانوادهٔ اورانوس کشف گردید. با وجود اینکه تصویر قمر مزبور چندان روشن و آشکار نیست مع الوصف نشانه‌هایی از گودهای شهابی در آن به چشم می‌خورد. پوکا را قبلاً با شمارهٔ 1985 UI مشخص ساخته بودند.

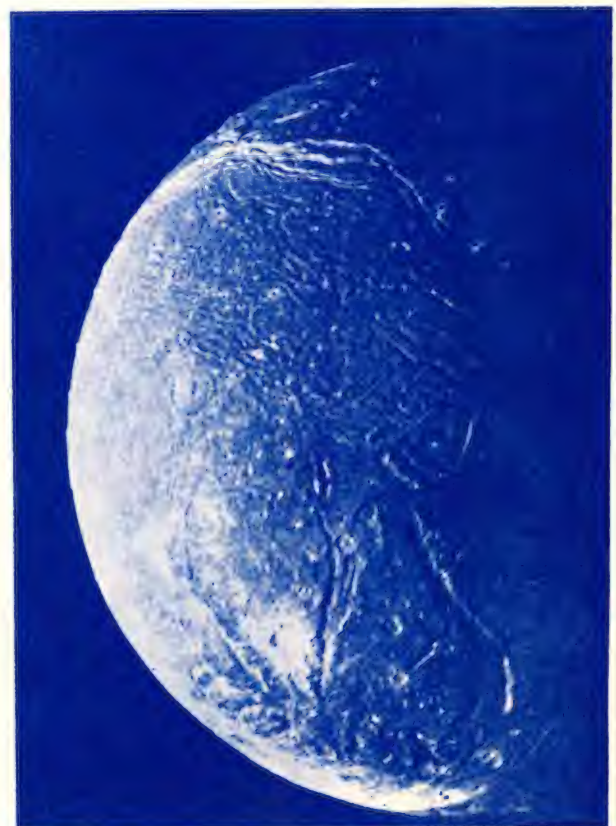


ویجر ۲ در سفر ۳ میلیارد کیلومتری خود به اورانوس، به کشف ده قمر جدید که به گرد سیارهٔ مزبور در گردش بودند، موفق گردید در این عکس دوتا از آنها که کوردلیا و اوفیلیا نام دارند و به رفتگری لوله‌های حلقه اوسیلن مشغولند. با شماره‌های 1986U7 (کوردلیا) و 1986U8 (اوفیلیا) مشخص شده‌اند.



اومبریل

قمر سیاه چرده‌ای است که سطح آن از گودهای شهابی فراوانی آله‌گون شده و نسبت بازنتاب آن از ۱۶ درصد نور خورشید تجاوز نمی‌کند. چگونگی لکهٔ سفیدی که در قسمت بالای قمر دیده می‌شود، هنوز بر دانشمندان پوشیده است.



آریل

۱۰۱۶۰ کیلومتر قطر دارد، سطح آن را شبکهٔ گسترده‌ای از شکافها و دره‌های ژرف پوشانیده و گودهای شهابی فراوانی چهرهٔ آن را آله‌گون ساخته است.

امروزه برای ما زمینیان، نپتون دیگر یک سیاره آبی رنگ بی‌فروغی که در گوشه دورافتاده‌ای از پهنه کشور آفتاب به دور خورشید می‌گردد، نیست. عکس‌های زنده و گویائی که از میلیاردها کیلومتر به وسیلهٔ ویجر ۲ به دست ما رسیده، حکایت از دنیائی زنده و فعال دارد که سراسر آن را ابرهای توفان‌زا پوشانیده و سه حلقه و هشت قمر آن را چون نگینی در بر گرفته‌اند.

نپتون

NEPTUNE

شناسنامه نپتون

Physical Data

فاصله از خورشید
مدت گردش بدور خورشید
زمان چرخش محوری
قطر
تراکم
جرم
دمای سطحی
تمایل محور
حجم
سرعت گریز
نسبت بازتاب نور خورشید

۴,۴۹۷,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر
۱۶۴ سال و ۹ ماه و ۱۸ روز
۱۶ ساعت و ۶ دقیقه
۴۹۰۱۰۰ کیلومتر
۱/۶ برابر آب
۱۷/۲ برابر جرم زمین
۲۰۰- درجه سانتی‌گراد
۱ درجه و ۴۶ دقیقه و ۲۳ ثانیه
۵۷ برابر زمین
۲۵ کیلومتر در ثانیه
۰/۸۴

جو نپتون

Atmosphere

نپتون دارای جو فعالی است و سیمای نیلگون آن را سه لکه دائمی روشن و دو لکه تار آراسته است. بزرگترین لکه نپتون که شباهت فراوانی به لکه سرخ بزرگ مشتری دارد، لکه تیره بزرگ *Great Dark Spot* نام دارد که درازای آن به حدود ۱۲,۰۰۰ کیلومتر و پهنایش به هشت هزار کیلومتر می‌رسد. این لکه در ۲۱ درجه عرض جنوبی سیاره جای دارد و نسبت به چرخش سیاره در خلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت گردش می‌کند. لکه تیره بزرگ که به طور مختصر *GDS* نام دارد، پیاپی تغییر شکل می‌دهد و به سوی شمال و سپس در جهت طول کشیده می‌شود و دراز و باریک می‌گردد. در جنوب *GDS* لکه ابر سفید و روشنی به نام لکه یکم وجود دارد که گاه جمع می‌شود و زمانی به سوی خاور و گاه به سوی مغرب حرکت می‌کند. به گمان کارشناسان لکه مزبور و دیگر لکه‌های سفیدی که همواره پیرامون *GDS* جای دارند، ابرهای بلندی هستند که حدود ۵۰ کیلومتر بالاتر از ابرهای متان نپتون قرار داشته و در پی برخورد بادهای جوی نپتون که سرشار از متان و ئیدرژن هستند با عارضه‌ای مانند *GDS* پدید آمده و به سوی بالا روان می‌گردند و بر اثر تراکم متان به صورت ابرهای سفید جلوه‌گر می‌شوند. ابرهای مزبور به سرعت ظاهر و به همان سرعت ناپدید می‌گردند و اندازه‌گیری سرعت آنها را ناممکن می‌سازند. در مقایسه با بدنه اصلی نپتون که هر ۱۶ ساعت و ۶ دقیقه یک بار به دور محور خویش می‌چرخد، *GDS* و لکه یکم با سرعت حدود ۱۵۰۰ کیلومتر در ساعت رو به باختر حرکت می‌کنند.

تاریخچه شناخت نپتون

Observational Background

حرکات عجیب و بی‌نظمی هائی که در گردش اورانوس به دور خورشید دیده می‌شود، دانشمندان را بر آن داشت تا به وجود سیاره دیگری در آن سوی مدار اورانوس پی ببرند و برای شکار هشتمین فرزند خورشید در کمین نشینند. محاسباتی که در سال ۱۸۴۵ برای تعیین موقعیت اورانوس به عمل آمد، اختلاف شایان توجهی را نشان داد و موجودیت سیاره هشتم را محقق ساخت.

جان کاوچ آدامس *John Couch Adams* انگلیسی و اوربن لووریه *Urbain Leverrier* فرانسوی و گال *Galle* آلمانی در سال ۱۸۴۶ هریک جداگانه موقعیت سیاره مزبور را محاسبه کردند و دوربین‌ها را برای یافتن آن روانه آسمان ساختند و سرانجام سیاره مورد نظر را درست در محل پیش‌بینی شده شکار کردند و آن را نپتون یا خدای دریاها نام نهادند. ویلیام لاسل کمی بعد در همان سال تریتون *Triton* بزرگترین قمر نپتون را کشف نمود و جرارد کوئی‌پر در سال ۱۹۴۹ قمر دوم یعنی نرئید را شناسائی کرد و بالاخره هارولد ریتزنا *Harold Reitsena* و همکارانش در سال ۱۹۸۱ به وجود قمر سوم پی بردند و آناری از حلقه‌های نپتون را کشف کردند.



این هلال زیبا را ویجر ۲ در خدا حافظی با نپتون به زمین مخابره کرد و به سوی مرز کشور آفتاب روان گردید.

آن خارج می‌گردد، لذا میدان مغناطیسی مادر خویش را به پیچیدگی واداشته و به بررسی ژرف و درازمدتی نیازمند ساخته است.

آنتن‌های ویجر ۲ صداها را انفجارمانندی را ضبط و به زمین فرستاده که از نپتون یا یکی از جرم‌های نزدیک آن تولید می‌گردد. قرائن نشان می‌دهد که وضع مغناطیسی نپتون همانندی فراوانی با اورانوس دارد و محورهای مغناطیس و چرخش آن حدود ۵۰ درجه اختلاف دارند، علت اختلاف چشمگیر محورهای مزبور را می‌توان به جابه‌جایی قطبهای مغناطیسی نپتون محتمل دانست، بهرحال مسائلی از این‌گونه هنوز بدون پاسخ مانده و به بررسی عمیق‌تری نیازمند است.

Neptune's Rings

حلقه‌های نپتون

پیرامون نپتون را سه حلقه کامل فرا گرفته است. حلقه بیرونی که از پاره قوس‌های درخشانی پدید آمده است با شماره N63 مشخص گردیده و حلقه بعد را که درون آن قرار دارد N53 می‌نامند. حلقه سوم را که با پهنای حدود ۲۵۰۰ کیلومتر درون حلقه دوم جای گرفته با شماره N42 نشانه‌گذاری کرده‌اند.

قمرهای گالاتیا Galatea و دسپوینا Despoina در لبه حلقه‌های N63 و N53 قرار داشته و نقش‌رنگر حلقه‌های مزبور را بر عهده دارند.

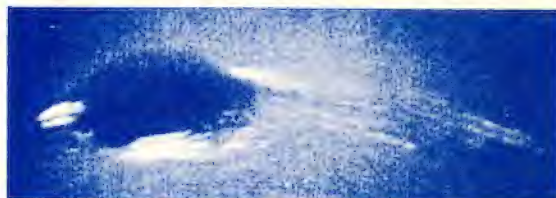
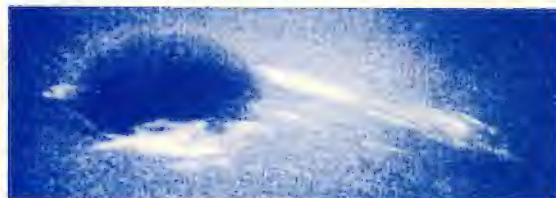
پاره قوس‌های درخشان حلقه بیرونی N63 از وجود احتمالی قمرک‌های کوچکی به قطر ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر حکایت می‌کند و بخش‌های دیگر آن که فاقد درخشندگی بوده و به ریسمان باریکی می‌ماند، از غبار و ذرات ریز تشکیل یافته است البته، این پندار چندان قطعی نیست و بالطبع بررسی‌های بیشتری را ایجاب می‌کند.

مشاهدات ویجر نشان می‌دهد که از حد فاصل میان حلقه‌های اول و دوم تا سیاره را دیسک غبارین نازک و پهنای بنام سینی نپتون Neptune's Plateau پوشانیده است. انبوهش سینی مزبور بسیار ناچیز بوده و از ذرات بسیار ریز تشکیل یافته است.



در جنوب GDS و عرض ۴۱ درجه جنوبی لکه دیگری به نام لکه دوم دیده می‌شود که در بدنه اصلی نپتون جای داشته و هر ۱۶ ساعت یکبار همراه با خود سیاره به دور محوری چرخد. لکه مزبور احتمالاً بخشی از جو داغ و سوزان نپتون بوده و یا بر اثر تراکم متان‌های سطح سیاره به شکل توده ابرهای سفیدرنگ ظاهر می‌گردد. علاوه بر لکه‌های بالا در حوالی عرض ۵۱ درجه جنوبی لکه تیره دیگری به چشم می‌آید که از GDS کوچکتر و تاریکتر است و به سان فواره‌ای از بدنه نپتون به خارج می‌جهد و در لایه‌های فوقانی جو پخش می‌گردد. در نواحی قطبی، توده ابرهای به هم پیچیدم‌ای دیده می‌شود که حول قطب می‌چرخند و همواره تغییر شکل می‌دهند. جو نپتون نیز همانند جو اورانوس سرشار از گاز متان است و به همین دلیل نور قرمز آفتاب را جذب کرده و در مقابل نور آبی را بر جو سیاره حاکم می‌سازد.

یکی از مهمترین مسائلی که پیش روی دانشمندان قرار دارد، چگونگی جو فعال سیاره‌ای چون نپتون است که در فاصلهای اینچنین دور از خورشید قرار گرفته و پرتش‌های فراوانی را مطرح ساخته است. تحقیق در زمینه این‌گونه مسائل طبعاً راهگشای معماها و پرتش‌های فراوانی است که در سرتاسر منظومه شمسی مطرح است.



لکه تیره بزرگ (GDS) همراه با ابرهای پیرامون خود با سرعت حدود ۱۵۰۰ کیلومتر در ساعت رو به باختر حرکت می‌کند و به سرعت تغییر شکل می‌دهد. این عکس‌ها که در فاصله زمانی ۳۶ ساعت گرفته شده‌اند، تغییرات GDS و لکه ابرهای پیرامون آن را نشان می‌دهد.

Neptune's Magnetosphere

مغناطکره نپتون

یکی از ویژگیهای نپتون شکل پیچیده مغناطکره آن است. بررسی‌های مقدماتی گویای آن است که نپتون در مقایسه با دیگر غولهای منظومه خورشیدی از میدان مغناطیس ضعیف‌تری برخوردار است و پلاسمای مغناطکره آن از یون‌های تیدرژن و هلیوم و نیتروژن تشکیل یافته است. از آنجائی که بزرگترین قمر نپتون یعنی تریتون همواره درون مغناطکره داخل شده و از



Neptune's Satellites

قمرهای نپتون

دوتا از قمرهای نپتون به نام نرئید و تریتون قبلاً از دیدگاههای زمینی کشف گردیده بودند و شش‌تای دیگر را ویجر ۲ به آنها افزود و بدینسان وجود هشت قمر را در پیرامون نپتون محقق ساخت.

نرئید، بیرونی‌ترین قمر نپتون در فاصله ۵,۵۱۱,۰۰۰ کیلومتری سیاره در گردش است و درونی‌ترین آنها که نایاد نام دارد با نپتون ۴۸,۲۰۰ کیلومتر فاصله دارد و شش قمر بزرگ و کوچک همراه با حلقه‌های N63 و N53 و همچنین سینی نپتون در میان آنها جای گرفته و سومین و درونی‌ترین حلقه یعنی N42 بین نایاد و نپتون واقع شده است.

تریتون با فطری معادل ۲,۷۲۰ کیلومتر که کمی از ماه زمین کوچکتر است از میان قمرهای نپتون بزرگترین و نایاد با قطر ۵۰ کیلومتر کوچکترین قمر نپتون به شمار می‌آیند.

بطوریکه دیده می‌شود حلقه بیرونی یا N 63 از سه پاره قوس روشن تشکیل یافته و حلقه N 53 که پیرشته باریکی شبه است. حلقه‌ای است کامل و یکواخت. بخشی از حلقه N 42 که به یک دیسک حلقوی غبارین شباهت دارد نیز در این عکس دیده می‌شود.

Characteristics of Satellites & Rings

مشخصات قمرها و حلقه‌های نپتون

نام یا شماره پیشین	نام جدید		قطر به Km	شعاع مدار گردش به Km	ملاحظات
	فارسی	لاتین			
نرئید	نرئید	Nereid	۳۴۰	۵,۵۱۱,۰۰۰	مدار خارج از مرکز
تریتون	تریتون	Triton	۲,۷۲۰	۳۵۴,۰۰۰	گردش پس‌رونده
1989 N1	پروتئوس	Proteus	۴۰۰	۱۱۷,۶۰۰	مدار استوائی
1989 N2	لاریسا	Larissa	۲۰۰	۷۳,۶۰۰	مدار استوائی
1989 N1R	حلقه N63	Ring N63	۱۷	۶۳,۰۰۰	حلقه باریک و سه پاره قوس درخشان
1989 N4	گالاتا	Galatea	۱۶۰	۶۲,۰۰۰	مدار استوائی
سینی نپتون	سینی نپتون	Plateau	۴,۰۰۰	۵۸,۰۰۰	دیسک حلقوی دانه ریز
1989 N2R	حلقه N53	Ring N53	۱۷	۵۳,۰۰۰	حلقه باریک غبارین
1989 N3	دسپوینا	Despoina	۱۴۰	۵۲,۵۰۰	مدار استوائی
1989 N5	تالاسا	Thalassa	۹۰	۵۰,۰۰۰	مدار استوائی
1989 N6	نایاد	Naiad	۵۰	۴۸,۲۰۰	انحراف مدار ۴/۵ درجه
Fuzzy	حلقه N42	Ring N42	۲,۵۰۰	۴۲,۰۰۰	دیسک حلقوی غبارین

فرو بردماند و بر جثه خود افزوده و به اندازهٔ امروزی رسیده‌اند. از میان جرم‌های مزبور، دوتای آنها یعنی تریتون و پلوتو موفق به فرار شدند و موجودیت خود را به دلیل فاصله نسبتاً زیادشان از نپتون حفظ کردند. اما چون تریتون به نپتون نزدیکتر بود، به صورت یکی از قمرهای نپتون درآمد، شاید هم به مرور به مادر خود نزدیکتر شده و سرانجام روزی در کام آن فرو رود و اثری از آن به جای نماند.

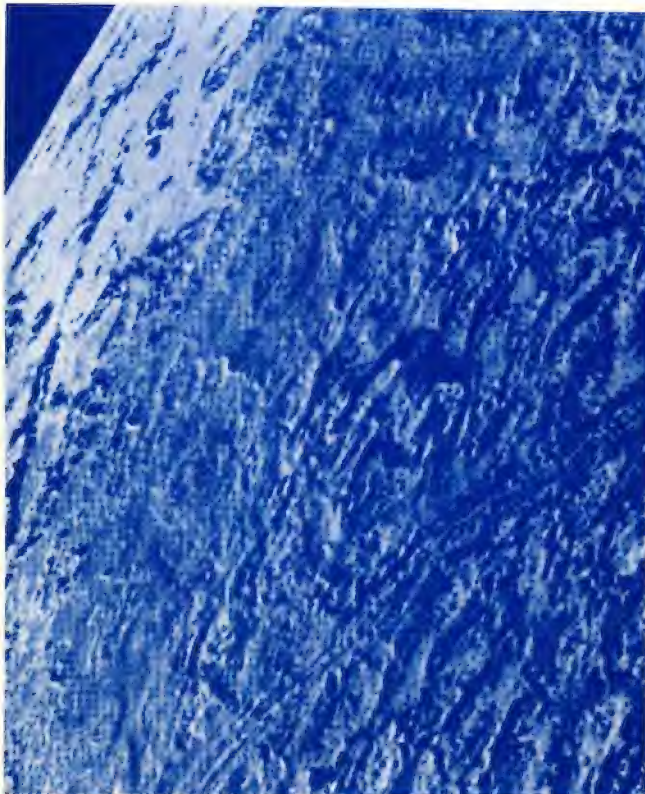
جرم تریتون $21/3 \times 10^{21}$ کیلوگرم و قطر آن ۲،۷۲۰ کیلومتر و چگالی متوسط آن $2/03$ گرم در سانتی‌مترمکعب یا کمی بیش از دو برابر آب است. تریتون از یخ و سنگ ساخته شده و کلاهک قطب جنوب آن پوشیده از یخ نیتروژن است. پوشش یخی تریتون تقریباً $\frac{3}{4}$ نیمکرهٔ جنوبی را در بر گرفته و نسبت بازتاب آن را بالا برده است. در بخش نیمگانی تریتون شیارها و عوارض دره مانندی به چشم می‌آید و ارتفاعات نه چندان بلندی در آن وجود دارد. بخش وسیعی از پوستهٔ تریتون را لایهٔ نسبتاً نازکی شبیه تفتال‌های آتشفشانی پوشانیده و درگوشه و کنار آن آتاری از بمباران‌های شهابی دیده می‌شود. البته فعالیت‌های آذرین تریتون، هیچگونه شهابی به فعالیت‌های آتشفشانی زمین ندارد، بلکه تفتال‌های آن از گونهای لجن ساخته شده که از بخش‌های درونی سیاره به بیرون جهیده و پیش از انجماد در سطح گسترده‌ای پخش گردیده است. سطح تریتون به شدت سرد است و دمای آن از حدود ۳۷ درجه کلوین تجاوز نمی‌کند. تریتون از جورقی که عمدتاً از نیتروژن و کمی گاز متان تشکیل یافته، برخوردار است و فشار آن از ده میکروبار تجاوز نمی‌کند.



نرئید
دورافتاده‌ترین قمر نپتون است که در سال ۱۹۴۹ بوسیلهٔ جرارد کوئی پر کشف گردید. تصویر واضح و روشنی به جز این عکس که توسط ویجر ۲ از فاصلهٔ بسیار دور گرفته شده، در دست نیست. قطر نرئید ۳۴۰ کیلومتر و فاصلهٔ آن از نپتون ۵،۵۱۱،۰۰۰ کیلومتر است.

تریون

TRITON



این قمر که در سال ۱۸۴۶ به وسیلهٔ ویلیام لاسل کشف گردیده و از ماه زمین کمی کوچکتر است، سیمائی بس پیچیده و بغرنج دارد. سطح آن که از برف و یخ پوشیده شده، از زمان پیدایش تاکنون ظاهراً دستخوش دگرگونی نشده است. تریون قمر شگفتی است، زیرا برعکس دیگر قمرهای منظومهٔ خورشیدی حرکت پس‌رونده دارد و خلاف جهت چرخش نپتون گردش می‌کند و مدار آن نسبت به سطح نیمگان نپتون متمایل است. از سوی دیگر همانندی فراوان تریون و پلاتو (Plato)، نهمین و دورافتاده‌ترین فرزند خورشید، این گمان را مطرح ساخته که حدود ۴/۵ بیلیون سال پیش، سیارات دوردست منظومهٔ خورشیدی یعنی اورانوس و نپتون، هزاران جرم یخ بسته شبیه تریون و کوچکتر از آن را به دام انداخته و به کام خویش

تریون
دارای پوستهٔ یخ بسته و فعالی است و رنگ کلاهک قطب جنوب آن به رنگ صورتی متمایل است. چهرهٔ تریون چندان آبله‌گون نیست و از بمباران‌های شهابی نشانه‌های کمی دارد و پوستهٔ جوانی را مجسم می‌سازد.

در سطح تربتون نشانه‌های نسبتاً فراوانی از فعالیت‌های آذرین به چشم می‌خورد. در این عکس بخشی از کوه‌ها و بلندیهایی قمر مزبور دیده می‌شود. دشت هموار و مسطحی که در وسط عکس جای دارد و دریای یخ نامیده می‌شود، از سرگذشت پیچیده و بغرنج این قمر حکایت دارد.



پلوتو

PLUTO

کشف نپتون در سال ۱۸۴۶ سرزمین خورشید را تا شعاع ۴۵۰۰ میلیون کیلومتر وسعت بخشید و در پی آن این پرسش به میان آمد که آیا مدار نپتون را باید مرز پایانی کشور آفتاب بشمار آورد و یا این که سیاره یا سیارات ناشناخته دیگری به دور از چشم زمینیان در آن سوی نپتون همچنان وجود دارند؟ این پرسش با اختلالاتی که در مدار سیاره‌های اورانوس و نپتون احساس می‌گردید، بیشتر خودنمایی می‌کرد و دیدگان کنجکاو زمینیان را به کاویدن آسمانها برمی‌انگیخت. شکل مدار پارهای از دنباله‌داران نیز بر این گمان نیرو می‌بخشید و ستاره‌شناسان را آزمندانه به محاسبه و تعیین موقعیت سیاره یا سیارات مجهولی برمی‌انگیخت. محاسبات اولیه به وسیله پرسی وال لوول *Percival Lowell* انجام یافت، و جستجو برای یافتن سیاره مجهول آغاز گردید، ولی تا سال ۱۹۱۶ که لوول جهان را بدرود گفت، نشانه‌ای از سیاره مزبور بدست نیامد.

جستجوی آسمان به وسیله میلتن هوماسون *Milton Humason* عضو رصدخانه مونت ویلسون *Mount Wilson* بر پایه محاسباتی که به وسیله ویلیام پیکرینگ *William Pickering* انجام یافته بود نیز بی نتیجه ماند و ناچار کاوش برای چند سال متوقف گردید.



پروتئوس

دومین قمر بزرگ نپتون از جمله قمرهایی است که به وسیله ویجر ۲ کشف گردید، به طوری که دیده می‌شود سطح قمر مزبور که به شدت یخ بسته و تیره رنگ است، تحت تاثیر بمبارانهای شهابی قرار داشته و نسبت بازتاب آن از ۶ درصد تجاوز نمی‌کند. پروتئوس هر ۲۷ ساعت یکبار به دور نپتون می‌گردد.

گالاتیا در لبه داخلی حلقه N63 جای گرفته و رفت و روب خردیزه‌های حلقه مزبور را بر عهده دارد.

دسیونینا نیز مانند گالاتیا در لبه داخلی حلقه N53 واقع شده و رفتگر حلقه مزبور محسوب می‌شود. تالاسا و نایاد قمرهای کوچکی هستند که قطرشان به ترتیب ۹۰ و ۵۰ کیلومتر است و هردو از جمله قمرهای نویافته به شمار می‌آیند. یکی از ویژگیهای نایاد آن است که سطح مدار گردش آن نسبت به سطح استواء نپتون ۴/۵ درجه منحرف است و از این بابت با دیگر قمرهای نپتون غیر از تربتون متفاوت است.



کلاید تامباو در مارس ۱۹۳۰ پلوتو را کشف کرد. این سیاره به شکل نقطه کوچک و کم نوری در عکسهای آسمان خود نمایی می کند. حرکت نقطه مزبور در مقایسه با دیگر نقاط درخشان آسمان تامباو را در کشف پلوتو یاری کرد. در این عکس پلوتو به وسیله دو بیگان کوچک مشخص شده و جرم نرانی بزرگ متعلق به ستاره دلتا از صورت فلکی دویپیکر یا جوزا است.

مائونا که *Mauna Kea* به تهیه عکسی که آن دو را جدا از یکدیگر نشان می داد، موفق گردیدند.

با قطعیت یافتن موجودیت کرون، برآورد جرم هردو کره یعنی مادر و فرزند میسر گردید و معلوم شد که قطر پلوتو حدود ۲۴۰۰ کیلومتر و قطر کرون چیزی برابر ۸۰۰ کیلومتر است. پلوتو و کرون که فاصله میان سطح آنها حدود ۱۷،۰۰۰ کیلومتر است، آنقدر کوچکند که جرمشان رویهمرفته از $\frac{1}{8}$ جرم ماه تجاوز نمی کند.

کرون طی ۶ روز و ۷ ساعت و ۱۲ دقیقه یکبار به دور پلوتو می گردد و پلوتو نیز طی همین مدت یکبار گرد محور خویش به چرخش درمی آید و از این بابت جفت منحصر به فردی را در خانواده خورشید تشکیل می دهند. از چگونگی و ساختمان این مادر و فرزند عجیب آگاهی بس اندکی داریم. بررسی های طیفی نشان می دهد که سطح پلوتو و شاید هم کرون از متان منجمد پوشیده شده. خورشید از پلوتو هزاربار ضعیف تر از زمین می نماید. و این دنیای دور دست به اندازه ای سرد است (حدود ۴۳ کلوین یا ۲۳۰- درجه سانتیگراد) که بیشتر گازهای احتمالی آن به حالت انجماد درآمده اند.

منشاء پلوتو

Origin of Pluto

پلوتو با جرم کوچک خود نمی تواند سیاره مجهول پرسی وال لوول باشد، زیرا اثرات این سیاره بر روی نپتون و اورانوس به اندازه ای ناچیز است که با نبود آن برابر است. پلوتو را می توان یکی از قمرهای دیرین نپتون پنداشت که عنان از دست مادر ربوده و با گردش به دور خورشید، خود خانواده مستقلی را تشکیل داده است. گردش پس رونده تری تون (قمر نپتون) شاید با این مسئله بی ارتباط نباشد.

به گمان دیگر، احتمالاً پلوتو یکی از سیارگان دور دست منظومه خورشیدی است. کشف سیارک کیرون *Chiron* در سال ۱۹۷۷ به وسیله چارلز کوال را که بین مدارهای کیوان و اورانوس گردش می کند، می توان گواهی بر این باور به شمار آورد.

سیاره مجهول (X)

Planet X ?

چنانچه پلوتو سیاره مورد نظر لوول نباشد، قاعدتاً سیاره دیگری که فعلاً آن را سیاره مجهول می نامند بایستی همچنان کشف نشده باقی مانده

در سال ۱۹۲۹ گروهی به سرپرستی وستو اسلیفر *Vesto Slipher* ستاره شناس رصدخانه لوول به بی گیری موضوع کمر بستند و ستاره شناس آماتوری نیز بنام کلاید ویلیام تامباو *Clyde William Tombaugh* در این جستجوها شرکت جست. تامباو در ژانویه ۱۹۳۰ به عکسبرداری از ستارگان صورت فلکی دو پیکر یا جوزا *Gemini* پرداخت و با تکرار آن به مدت یک ماه و مقایسه عکس ها با یکدیگر، بالاخره به کشف سیاره ای جدید که آن را پلوتو نامیدند (پلوتو در اساطیر روم باستان به معنی خدای مرگ و فرمانروای جهان مردگان است) نائل آمد.

روشی که به وسیله تامباو بکار گرفته شد، بدینگونه بود که عکس های بخش معین و ثابتی از آسمان را طی دو شب پیاپی با یکدیگر مقایسه می کرد. بدیهی است که ستارگان در جای خود ثابت می بودند و سیاره به صورت نقطه ای متحرک خود نمایی می کرد. محاسبات بعدی نشان داد که مدار سیاره مزبور دورتر از نپتون قرار گرفته و احتمالاً آخرین سیاره منظومه خورشیدی محسوب می گردد. مشاهدات و بررسی ها همچنین نشان داد که اولاً پلوتو یک سیاره غول پیکر نیست، بلکه حتی از زمین هم کوچک تر است و نمی تواند در حرکات مداری سیارات غول پیکری چون نپتون و اورانوس اثر گذارد. دوم آن که میزان خارج از مرکزی مدار آن به حدی است که در موقعیت پری هلیون به مدار نپتون نزدیک گردیده و حتی از آن هم می گذرد، ولی از آنجائی که سطح مدار آنها نسبت به یکدیگر متمایل است لذا خطر برخورد آن دو را تهدید نمی کند.

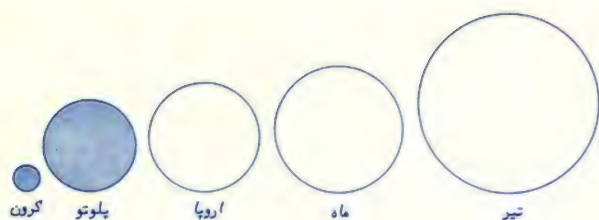
بطور کلی میانگین فاصله پلوتو از خورشید ۵،۹۰۰ میلیون کیلومتر است که تا ۷۳۷۵ میلیون کیلومتر در اقلیون و ۴۴۲۵ میلیون کیلومتر در پری هلیون در نوسان می باشد و مدت گردش آن به دور خورشید ۲۴۸ سال به درازای کشد. (زمان پری هلیون بعدی پلوتو، سال ۱۹۸۹ خواهد بود) دوری بسیار زیاد پلوتو از خورشید و کوچکی زاویه دید آن، اندازه گیری قطر سیاره مزبور را بسیار دشوار ساخته و مسئله شناخت و چگونگی آن را همچنان در هاله ای از ابهام قرار داده است.

کشف کرون

Discovery of Charon

یکی از شیوه های اندازه گیری قطر سیارات، نشانه روی به آنها در زمانی است که ستاره ای در پشت آنها قرار گیرد و با اصطلاح عمل استتار *occultation* صورت پذیرد. ولی پلوتو به اندازه ای کوچک است و به قدری آرام حرکت می کند که قرار گرفتن ستاره ای در پشت آن بسیار بندرت روی می دهد. عکس هایی که طی سال های اخیر در رصدخانه نیروی دریایی آمریکا واقع در فلگ استاف *Flagstaff* برداشته شده و مورد مطالعه دقیق قرار گرفته است، نشان می دهد که پلوتو جرم کروی قرینه ای نیست و به نظر می رسد که گوشه ای از آن متورم گردیده است.

جیمز کریستی *James Christy* یکی از ستاره شناسان رصدخانه مزبور طی بررسی هایی نتیجه گیری کرد که اماس پلوتو بایستی به قمر نسبتاً بزرگی که در فاصله نزدیکی به دور سیاره گردش می کند، مربوط باشد. مدت ها موجودیت قمر مزبور که آن را پیشاپیش کرون *Charon* نامیده بودند، همچنان در شک و یقین باقی بود، تا این که ستاره شناسان فرانسوی رصدخانه

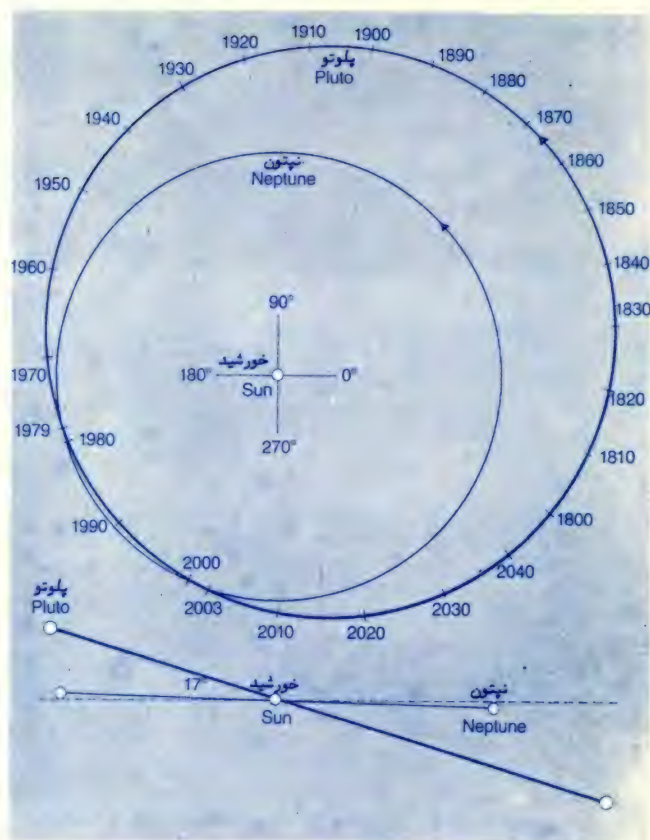


تا آنجائی که می دانیم ، پلوتو کوچکترین سیاره منظومه خورشیدی است و با قطری برابر ۲،۴۰۰ کیلومتر حتی از ماه زمین نیز به مراتب کوچکتر است .

Physical Data

شناسنامه پلوتو و کرون

کرون	پلوتو	کاشف
کریستی	تامباو	سال کشف
۱۹۷۸	۱۹۳۰	قطر
۸۰۰ کیلومتر	۲۴۰۰ کیلومتر	پختی
؟	؟	جرم
؟	2.3×10^{22} کیلوگرم	حجم
؟	۰/۵۱ برابر زمین	چگالی
؟	۴/۷ برابر آب	گرانش سطحی
؟	۰/۲۵ برابر زمین	سرعت گریز
؟	۷/۷ کیلومتر در ثانیه	چرخش استوایی
۶/۳ روز	۶/۳ روز	میل محور
؟	حدود ۵۰ درجه	سست بازتاب
۰/۵	۰/۵	



مدار پلوتو وسیع ترین ، خارج از مرکزی ترین و متمایل ترین مدار شناخته شده در منظومه خورشیدی است . خارج از مرکزی مدار پلوتو به اندازه ای است که گاه مدار نپتون را در می نوردد و بعد از اورانوس در ردیف هشتمین سیاره منظومه خورشیدی جای می گیرد .

دنباله داران

COMETS

دنباله داران را در حقیقت بایستی آوارگان خانواده خورشیدی بشمار آورد . اجرام مزبور برخلاف ظاهر چشمگیر و فریبنده خود ، از اهمیت آنچنانی برخوردار نیستند و در مقایسه با پیکر سیارات ، جرم های ناچیزی محسوب می گردند .

دنباله داران تابناک را در روزگار گذشته ، پیشروان و منادیان شر و بدبختی بشمار می آوردند و گاه آنها را نشانه ای از تهدید و عذاب الهی می دانستند . این گونه اندیشه ها حتی در آثار نویسندگان بزرگی چون ویلیام شکسپیر William Shakespear به چشم می خورد و اندیشمندی چون

باشد . کلاید تامباو در سال ۱۹۳۰ پلوتو را کشف کرد ، وی حدود ۹۰ میلیون ستاره آسمان را برای این منظور دقیقاً " زیر نظر گرفت " ، ولی جز پلوتو سیاره دیگری را در آن سوی مدار نپتون پیدا نکرد . بررسی ها و کاوش های سال های اخیر ، بی نظمی ها و اختلالات غیر قابل توصیفی را در حرکات مداری اورانوس و نپتون مطرح می سازد ، که شاید به وجود سیاره شناخته دوردستی مربوط باشد . (باره ای کارشناسان بر این گمانند که اختلالات مزبور ناشی از جفت بی فروغ (تاریک) خورشید* بوده و یا با پدیده ای بنام سیاه چاله** Black Hole در ارتباط می باشد) متأسفانه پی گیری سیاره ای که موقعیت آن معلوم نیست ، کار بسیار مشکلی است . شاید فضا ناوهای پایونیر ۱۰ و ۱۱ که هم اکنون از دو سوی مخالف پهنه منظومه خورشیدی را در می نوردند ، به این معما کمک کنند . بدیهی است چنانچه موجودیت سیاره مجهول را محتمل بدانیم ، در این حال پلوتو از مرز نشینی کشور آفتاب به درون خواهد خزید و در جایگاه سیارکی دوردست منزل خواهد گرفت ،

* به گمان پاره ای کارشناسان خورشید نیز همانند بسیاری از ستارگان دیگر یک ستاره دوتائی است ، با این تفاوت که جفت خورشید فاقد نور بوده و در مداری دورتر از پهنه منظومه خورشیدی به دور خورشید در گردش است . البته این گمان هنوز تأیید نشده و مورد پذیرش اکثریت دانشمندان قرار نگرفته است . م

** اگر سرعت گریز ستاره ای مانند یک ستاره نوترونی به سرعت نور برسد ، چنین ستاره ای کاملاً " نامرئی " خواهد بود بدیهی است ماده می تواند بر این ستاره سقوط کند ولی نمی تواند از چنگ آن بگریزد ، چنین شیئی را سیاه چاله می نامند . م

ترکیب دنباله‌داران

The Composition of Comets

دنباله‌داران بزرگ از یک هسته *Nucleus* که بیشتر جرم به آن تعلق یافته است، یک گیسو *Coma* و یک یا چند دنباله *Tail* تشکیل یافته‌اند. گیسو از ذرات ریزی که عمدتاً "یخ هستند، پدید آمده و دنباله به دو نوع غبارین *Dusty* و گازی تقسیم می‌گردد. دنباله گازی معمولاً به خط مستقیم خودنمایی می‌کند، درحالیکه دنباله غبارین غالباً "پیشان و یا خمیده است. پاره‌ای دنباله‌داران، هم دارای دنباله غبارین هستند و هم از دنباله گازی بهره‌مندند.

دنباله غبارین، همانطوری که از نام آن پیداست از ذرات غبارآلوده به یخ تشکیل یافته که با تخیخ یخ پاک و تابناک جلوه‌گر می‌شوند، اندازه غبار این‌گونه دنباله‌ها که احتمالاً از سیلیکاتها پدید آمده‌اند، حدود یک میکرون است.

دنباله‌های گازی از یون‌هایی مانند CO^+ ، N_2^+ و CO_2^+ تشکیل یافته که تحت تأثیر باد خورشیدی از عقب جرم به بیرون رانده شده و معمولاً از خورشید دور می‌گردند. متأسفانه تاکنون هسته دنباله‌داران به درستی تجزیه نگردیده، شاید هم از کلوخ‌های یخ پدید آمده باشند. نخستین آگاهی مثبت، زمانی بدست خواهد آمد که کاوش‌های فضائی سال ۱۹۸۶ در زمینه شناسایی نزدیک دنباله‌دار هالی با موفقیت انجام شود. **

دنباله‌داران دور دست که در ژرفای کشور آفتاب در گردشند، فاقد دنباله هستند، با نزدیک گردیدنشان به خورشید و دریافت دما، رویش دنباله آنها به تدریج آغاز می‌گردد و پس از عبور از پری‌هلیون مدارخویش به‌مرور از طول آن کاسته می‌شود و سرانجام زمانی که دوباره در دور دست‌ها قرار می‌گیرند، دنباله خود را از دست می‌دهند. بسیاری از دنباله‌داران کوچک و همچنین دنباله‌داران کوتاه دوره (دنباله‌دارانی که دوره گردش کوتاهی دارند) فاقد دنباله قابل ملاحظه‌ای هستند.

دنباله‌دارانی که در هر بار گردش و قرار گرفتن در پری‌هلیون، مواد خود را از دست بدهند، قاعدتاً جزو دنباله‌داران کوتاه دوره بشمار می‌آیند. این‌گونه دنباله‌داران معمولاً پس از چند بار گردش، عمرشان بسر می‌رسد و متلاشی و نابود می‌گردند. بطور نمونه دنباله‌دار بیلا *Biela* که هر ۶/۷۵ سال یک‌بار به دور خورشید می‌گردید، در پری‌هلیون سال ۱۸۴۵ به دو پاره شد و در خودنمایی سال ۱۸۵۲ به یک دنباله‌دار دوقلو مبدل گردید و بعد از آن دیگر هرگز دیده نشد. دنباله‌دار انسور *Ensof* نیز هنگامی که در سال ۱۹۲۵ به خورشید نزدیک می‌شد، به‌مرور تحلیل‌رفت و پیش از رسیدن به پری‌هلیون ناپدید گردید. گمان می‌رود که دنباله‌داران کوتاه دوره، مواد تشکیل دهنده دنباله خویش را در هر بار گردش به‌دور خورشید به‌مرور از دست می‌دهند و بدینسان به دیار مرگ و نیستی رهسپار می‌گردند.

ویلیام ویستون *William Whiston* را بر این گمان می‌دارد که زمین سرانجام روزگاری در برخورد با یک دنباله‌دار متلاشی و نابود خواهد شد. پندارهائی از این‌گونه را حتی در افکار مردمان عصر ما نیز می‌توان دید. واکنش مردم کشورهای عرب درگیر جنگ با اسرائیل را نسبت به دنباله‌دار درخشان بنت *Bennett* که در سال ۱۹۷۰ در آسمان آشکار گردید، فراموش نکرده‌ایم و بخاطر داریم که این جرم بی‌آزار و زیبا را چگونه جزو جنگ - افزارهای مخوف محسوب می‌داشتند و آن را تهدیدی از سوی اسرائیل بشمار می‌آوردند. *

زمین چندین بار بدون آن که آسیبی به آن برسد، از میان دنباله‌های اجرام عبور کرده و حتی اگر روزی با هسته بزرگترین دنباله‌داران برخورد نماید، به احتمال قوی آسیب آن از یک ویرانی موضعی بیشتر نخواهد بود. در عین حال برخورد دنباله‌داری را که در سال ۱۹۰۸ به ویرانی ناحیه تونگوسکا *Tunguska* واقع در سیرین انجامید نیز از نظر نباید دور داشت. شاید هم برخورد جدی دنباله‌داری در روزگاران گذشته، تحولات و دگرگونی‌های شگرفی را موجب شده و آثار دهشتناک ناشناخته‌ای را از خود به‌جای گذارده باشد.

مدار دنباله‌داران

The Orbits of Comets

دنباله‌داران اجرامی هستند که به دور خورشید گردش می‌کنند و مدار آنها کاملاً به یک بیضی کشیده نزدیک است. این اجرام نور خورشید را منعکس می‌سازند و به‌ویژه در موقعیت پری‌هلیون گاه آنچنان درخشان می‌گردند که به‌نظر می‌رسد خود گسیل‌دارنده نورند. دنباله‌داران هنگامی آشکار می‌شوند که به زمین و خورشید نزدیک گردند، اما دنباله‌دارانی نیز وجود دارند که حتی در آن‌سوی مدار مشتری نیز خودنمایی می‌کنند. پاره‌ای از دنباله‌داران به اندازه‌ای از زمین دورند که یا هنوز شناخته نشده‌اند و یا تاکنون یک دور گردش آنها محاسبه و پیش‌بینی نگردیده است و یا اینکه آنچنان از زمین دورند که یک دور گردش آنها چند صد سال و حتی هزاران سال به درازا می‌کشد و پاره‌ای نیز فقط برای کوتاه زمانی که از چند هفته تا چند ماه تجاوز نمی‌کند، در آسمان زمین خودنمایی کرده و با دور شدن از زمین به اعماق فضا روان می‌گردند و از نظرها ناپدید می‌شوند. در مقابل این گروه، دنباله‌داران دیگری یافت می‌گردند که یک دور گردش آنها از چند سال بیشتر نیست. از جمله این‌گونه دنباله‌داران، دنباله‌دار انکه *Encke* را می‌توان نام برد که یک دور گردش آن ۳/۳ سال به درازا می‌کشد. این‌گونه دنباله‌داران که از نظر مسیر و مدت گردش کاملاً شناسایی شده‌اند، معمولاً به اندازه‌ای کم‌سو هستند که غالباً "با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند.

* راه دور نمی‌رویم، همه ما سیاره ناهید یا زهره را که در زمستان و بهار سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۶۷ در آسمان باختری کشورمان با زیبایی هرچه تمامتر خودنمایی می‌کرد، دیده‌ایم و به یاد داریم که پاره‌ای ساده‌اندیشان این جرم تابناک را که در نزدیک‌ترین فاصله مداری خود با زمین قرار گرفته بود، یکی از ماهواره‌های جاسوس آمریکا بشمار می‌آوردند و آن را همانند چشمانی ناظر بر جنگ شهرها می‌دانستند. م

** این پژوهش‌ها با موفقیت کامل انجام شد و نتیجه آن در پاره‌ای مطبوعات کشور مانند مجله دانشمند منعکس گردید. خلاصه‌ای از آن در بخش دنباله‌دار هالی به نظر خوانندگان خواهد رسید. م



دنباله دار مورهاوس Morehouse که در سال ۱۹۰۸ آشکار گردید، دارای دنباله عجیبی بود که متناسب با گردش به دور خورشید، تعبر جهت می داد و شکل آن نیز پوسته دگرگون می شد.

جی. اچ. اورت J.H. Oort ارائه گردیده برای پایه استوار است که، انبوهه ابرها و توده های غبار و دنباله دارانی که در محیط گرانشی منظومه خورشیدی و در فاصله حدود ۴۰ هزار واحد نجومی خورشید قرار داشتند، با عبور پاره های ستارگان از مجاورت آنها، دستخوش اختلال و آشوب گردیده و به سوی کانون منظومه روان گردیده اند.

دنباله داران که قاعدتا "بایستی به همان گونه که پیش سیارات، Proto-Planets تشکیل یافته اند، پدید آمده باشند، با گذشتن از فاصله مناسبی از کنار سیارات غول پیکر (مانند مشتری)، در مدارهای کوتاه دوره گرفتار آمده و آنهایی که دستخوش اختلال های آنچنانی نگردیده بودند، دوباره به سوی ابرهای اورت Oort بازگشته و برای مدت های مدید به محیط منظومه خورشیدی پای نمی گذارند.

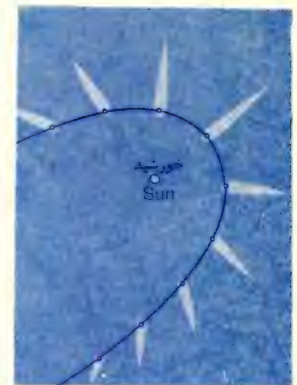
پاره های ستاره شناسان به ویژه مانند وی. کلاب V. Clube و دبلیو. نپیر W. Napier برای گمانند که دنباله داران در اصل، منشاء میان ستاره ای Interstellar داشته و فقط اسیر نیروی گرانشی خورشید گردیده اند.

هرچند این نظریه پرسش های بسیاری را مطرح ساخته است، ولی مسلم این است که در برابر مسئله پیدایش و منشاء دنباله داران، هنوز پاسخ قانع کننده ای یافت نگردیده و بحث بس دشواری را پیش روی کارشناسان مطرح نموده است.

همانطوری که اشاره شد، آن دسته از دنباله دارانی را که گرفتار نیروی گرانشی مشتری گردیده و در مدارهایی کوتاه دوره محدود شده اند، دنباله داران برجیسی می نامند. اینکه آیا دیگر سیارات غول پیکر هم، چنین گروهی را دارا هستند یا نه؟ هنوز معلوم نیست، ولی مسلم این است که سیاره مشتری با نیروی گرانشی بسیار نیرومند خود در زندگی دنباله داران نقش مؤثری را بر عهده دارد.

ردیابی و شکار دنباله داران بسیار دشوار و وقت گیر است. دنباله داری که در نزدیکی های خورشید جرمی تابناک و چشمگیر جلوه می کند، در دور دست ها و اعماق فضا به نقطه ای بی فروغ و ناچیز مبدل می شود. گشت و گذار دنباله داران قابل پیش بینی نیست، برخی از آنها با نزدیک شدن به خورشید ناگهان درخشان می گردند و پاره های حتی از کم فروغ ترین ستارگان

چگونگی روس و بزمس دنباله، دنباله داران خود مسئله جالب و شگفتی است. جهت دنباله اجرام مزبور که همواره از خورشید دور می گردد، در امتداد شعاع دایره ای است که خورشید در مرکز آن جای دارد.



نامگذاری دنباله داران

Cometary Nomenclature

معمولا "دنباله داران را به اسم کاشف آنها نامگذاری می کنند و گاه نیز به افتخار ریاضی دانی که مدار آنها را محاسبه کرده است، نامیده می شوند، فهرست هایی که در گوشه و کنار جهان توسط کیهان شناسان مشتاق تهیه گردیده است، نام ۳۷ دنباله دار شناخته شده را نشان می دهد. معمولا هر دنباله داری که کشف می گردد، بدترتیب الفبا همراه با سال کشف، شماره گذاری و مشخص می شود. بطور مثال شماره ۱۹۸۲a، نشانگر دنباله داری است که نخستین بار در سال ۱۹۸۲ کشف گردیده است، هر دنباله داری که به پری هلیون مدار خویش می رسد، علاوه بر سال عبور با یک شماره رومی نیز همراه می گردد. بطور نمونه، دنباله داری که در سال ۱۹۸۲ به پری هلیون خویش رسیده است، با شماره ۱۹۸۲ I مشخص می گردد و طبیعتا "دومین دنباله دار همان سال، شماره II ۱۹۸۲ را دارا خواهد بود. دنباله داران دوره ای با حرف P (مخفف Period) معرفی می گردند. مثلاً دنباله دار دوره ای آنکه را به وسیله P/Encke و دنباله دار دوره ای هالی را به صورت P/Halley مشخص می سازند.

دنباله داران و رگبارهای شهابی

Comets & Meteor Showers

میان دنباله داران و پدیده رگبارهای شهابی، خویشاوندی نزدیکی برقرار است. در واقع رگبارهای شهابی را بایستی محصولی از پس مانده های دنباله داران بشمار آورد. دنباله داران ذرات وجود خویش را حین گردش به صورت دنباله های غبارین از دست می دهند و پس از مدتی غبارهای مزبور، سراسر مدار دنباله دار را اشغال می کنند و با عبور زمین از میان آنها، به صورت شهاب هایی در آسمان جلوه گر می شوند.

شهاب های فراوانی را که بین روزهای ۵ تا ۲۶ امرداد (۲۷ ژوئیه تا ۱۷ اوت) هر سال در آسمان می ببینیم، محصولی است از غبارهای پس ماند دنباله داری بنام سویفت - توتل P/Swift-Tuttle و یا رگبارهای شهابی ماه آبان (نوامبر) نیز دنباله دار گمشده ای را بنام بیلا Biela به یاد می آورد.

پیدایش دنباله داران

Origin of Comets

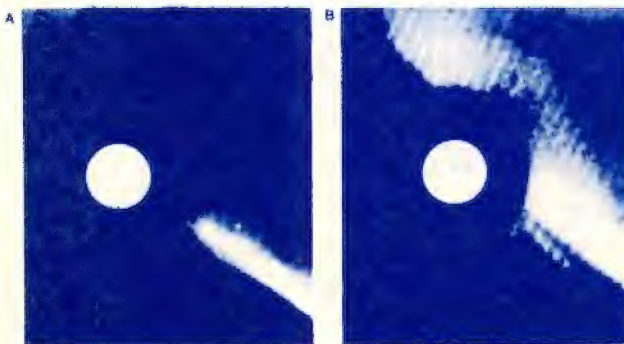
کلاً تصور می شود که، دنباله داران از جمله اعضای نخستین حقیقی و اصلی منظومه خورشیدی هستند. نظریه ای که در سال ۱۹۵۰ به وسیله



دنباله‌دار کهوتک سال ۱۹۷۴ دنباله‌دار بایزن شکلی را که از رشته‌های طویل چندی تشکیل یافته بود به نمایش گذارد. این دنباله‌دار زیبا که تا ۷۵۰۰۰۰ سال دیگر مراجعت نخواهد کرد، به کمک موشکهای مجهز به تلسکوپ دیده شد.

دنباله‌دار مرکس *Mrkos* که در سال ۱۹۵۷ آشکار گردید، دنباله‌دارازی از گونه‌گروه یکم داشت و علاوه بر آن از دنباله‌گروه دوم نیز بی‌بهره نبود. دنباله‌دار بزرگ سال ۱۸۱۱ یکی از بهترین و شناخته‌ترین نمونه‌های ثبت شده در فهرست دنباله‌داران است. دنباله طویل و مستقیم آن در راستائی حدود ۱۶۰ میلیون کیلومتر کشیده شده بود و قطر گیسوی آن به دو میلیون کیلومتر بالغ می‌گردید و جرمی عظیم‌تر از خورشید را جلوه‌گر می‌ساخت. همین دنباله‌دار در مقایسه با دنباله‌دار عظیم سال ۱۸۴۳ که طول دنباله آن به ۳۳۰ میلیون کیلومتر بالغ می‌گردید، جرقه‌ای بیش نبود. در عظمت طول دنباله این جرم همین بس که فاصله میان خورشید تا بهرام را در برمی‌گرفت.

پاره‌ای دنباله‌داران به‌ویژه آنهایی که مدت گردش آنها به دلیل بس طولانی بودن معلوم نیست، با نزدیک شدن به خورشید شدت گداخته می‌گردند و هنگام پری هلیون دنباله خویش را از دست می‌دهند و در بازگشت بعدی دنباله دیگری بر آنها می‌روید. بعضی دنباله‌داران از قبیل *XI ۱۹۷۹* با نزدیک شدن به خورشید، نابود می‌گردند. این‌گونه دنباله‌داران که خورشیدخراش *Sun Grazing* نام دارند، احتمالاً از



این عکس به وسیله یک ماهواره آمریکائی مجهز به تاجنگار از برخورد یک خورشیدخراش با خورشید برداشته شده. به طوری که در شکل A دیده می‌شود. دنباله‌دار با سرعت بسیار به سوی خورشید روان است. شکل B یازده ساعت پس از برخورد دنباله‌دار مزبور را با خورشید نشان می‌دهد. ابرها و هاله‌درخشان پیرامون خورشید نتیجه همین برخورد است.

دنباله‌دار بروک *Brook* که در سال ۱۹۱۱ خودنمایی می‌کرد گیسوی درخشان و دنباله بایزن ماندنی را به نمایش گذاشت. گیسوی این دنباله‌دار به شدت می‌درخشید و انرژی تشعشعی به شکل گاز از آن خارج می‌گردید.



هم کم‌نورترند. از جمله دنباله‌داران گروه نخست، می‌توان دنباله‌دار کهوتک *Kohoutek* را نام برد که در سال ۱۹۷۳ به ناگاه پدیدار شد. دنباله‌دار مزبور در هفتم مارس ۱۹۷۳ هنگامی که هنوز در فاصله ۷۰۰ میلیون کیلومتری خورشید قرار داشت به وسیله آل. کهوتک *L. Kohoutek* عضو رصدخانه هامبورگ کشف گردید.

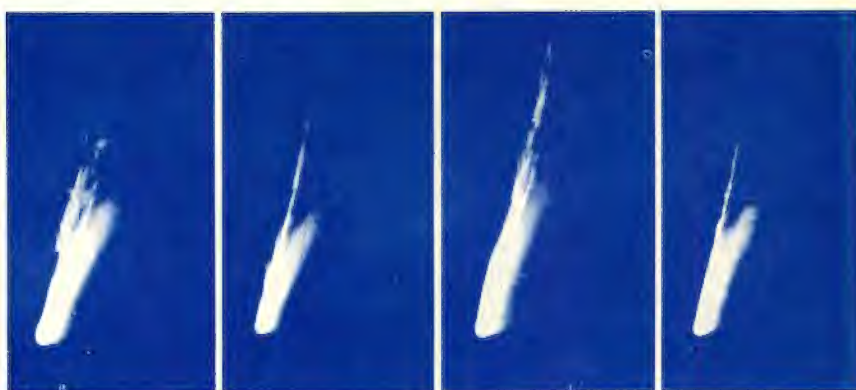
پاره‌ای دنباله‌داران حتی در فاصله‌های دورتر از این هم قابل تشخیص هستند. پژوهشهای انجام شده به وسیله سرنشینان اسکای لب *SkyLab* روشن ساخت که دنباله‌دار کهوتک در هاله‌ای از گاز قیدروژن رقیق پوشیده شده است.

دنباله‌داران چند دنباله‌ای

MULTI-TAILED COMETS

اساساً دنباله‌داران از نظر شکل و ساختمان دنباله به سه گروه تقسیم می‌گردند. گروه یکم جرم‌هایی هستند با دنباله‌ای دراز و مستقیم و گروه‌های دوم و سوم از دنباله‌های پریشان و خمیده برخوردارند و دارای ظاهری کُرکی و ریش ریش هستند. بعضی دنباله‌داران چندین دنباله دارند، از جمله این اجرام می‌توان به دنباله‌دار چسکی *Cheseaux* اشاره کرد. این جرم دارای شش دنباله درخشان بود ولی متأسفانه دیری نپائید و پس از مدتی کوتاه شکل خود را از دست داد و فقط چند عکس از خود به جای گذاشت. دنباله‌دار دوناتی *Donati* را شاید بتوان یکی از زیباترین دنباله‌داران سده اخیر بشمار آورد. این دنباله‌دار که در سال ۱۸۵۸ در آسمان زمین آشکار گردید، دارای دنباله‌ای خمیده بود و افزون بر آن دو دنباله کوتاه نیز در کنار دنباله اصلی آن دیده می‌شد. در اکتبر سال ۱۸۵۸ طول دنباله این جرم به چیزی حدود ۸۰ میلیون کیلومتر بالغ گردید. کارشناسان دوره گردش این دنباله‌دار را حدود ۲۰۰۰ سال برآورد می‌کنند. حالت و شکل دنباله این اجرام ممکن است روز به روز دگرگون شده و حتی از ساعتی به ساعت دیگر فرق نماید.

این عکسها که در سال ۱۹۵۷ از دنباله‌دار مرکس برداشته شده، دنباله جالب و دیدنی این جرم را نشان می‌دهد. به طوری که دیده می‌شود، شاخه سمت چپ دنباله رشته طویل و مستقیمی است که از گازهای یونیده تشکیل یافته و بخش سمت راست دنباله‌ای که توده‌ای از ماندی را مجسم می‌کند، از خردیزه‌های غبارین بدید آمده است.



۲۲ اوت

۲۴ اوت

۲۶ اوت

۲۷ اوت

کرسمس سال ۱۷۵۸ دیده شد و در سال ۱۷۵۹ از پری هلیون مدار خویش عبور کرد.

دنباله‌دار هالی تنها دنباله‌دار دوره‌ای است که با چشم غیرمسلح دیده می‌شود. تاریخچه ظهور این دنباله‌دار به ۲۴۰ سال پیش از میلاد و به گمانی به ۴۶۷ سال قبل از میلاد مسیح بازمی‌گردد، اما بازگشت سال‌های ۸۳ پیش از میلاد و همچنین ۱۱ قبل از میلاد در تاریخ ثبت است. و بازگشت‌های بعدی نیز مرتباً به ثبت رسیده است.

از آنجائی که موقعیت این جرم نسبت به وضعیت زمین تغییر می‌کند، لذا درخشندگی آن از دیدگاه زمینی نیز همواره یکسان نخواهد بود. بازگشت سال‌های ۹۸۹ و ۱۳۰۱ و ۱۴۵۶ با حد اعلای درخشندگی همراه بوده و در ظهورهای دیگر جلوه آنچنانی نداشته است. متأسفانه پدیداری سال ۱۹۸۶ نیز از درخشندگی کافی برخوردار نبوده است، اما بازگشت سال ۲۰۶۱-۲ آن یکی از درخشنده ترین و چشمگیرترین پدیداری‌ها خواهد بود.

از آنجائی که دنباله‌دار هالی تحت تأثیر نیروی گرانشی سیارات برجیس و کیوان قرار دارد، لذا دوره گردش آن دقیقاً ثابت نیست و بین ۷۴ تا ۷۸ سال به درازا می‌کشد.

با وجود این که هالی در بازگشت سال ۱۹۱۰ خویش جرمی بس تابناک می‌نمود، ولی در مقایسه با دنباله‌دار بسیار درخشانی که چند هفته زودتر

خردیزه‌های دنباله‌دارانی که قبلاً متلاشی گردیده‌اند، پدید آمده‌اند، زیرا همواره کوتاه زمانی پس از خودنمایی خورشید خراشان دنباله‌دار دیگری در همان مدار ظاهر می‌گردد.

پری هلیون برخی دنباله‌داران فاصله قابل توجهی نسبت به خورشید دارد. مثلاً دنباله‌دار شوستر *Schuster* هنگامی که در سال ۱۹۷۶ به پری هلیون خود رسید، هنوز بیش از هزار میلیون کیلومتر با خورشید فاصله داشت و همچنین پری هلیون سال ۱۹۷۲ دنباله‌دار استیرن *Stearn* چیزی بیشتر از ۱۵۰۰ میلیون کیلومتر از خورشید دور بود.

دنباله‌دار هالی

HALLEY'S COMET



یکی از دیدنی‌ترین بازگشت‌های هالی مربوط به سال ۱۰۶۶ میلادی است. در حالیکه در آن سال سپاهیان نورماندی جنگ با بریتانیا را نادرک می‌دیدند، هارولد، شاه انگلستان که خود را برای دفاع آماده می‌ساخت، ظهور دنباله‌دار مزبور را به فال بد گرفت.

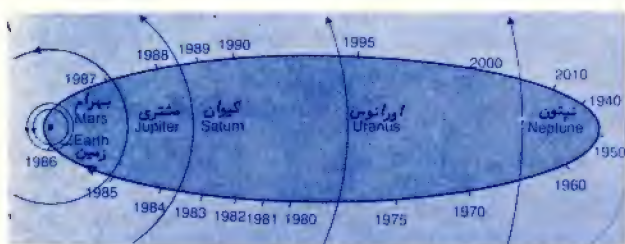
زمانی دنباله‌داران را یکی از پدیده‌های جوی می‌پنداشتند و بر این گمان بودند که دنباله‌داران روی خلی مستقیم حرکت می‌کنند و پیش‌بینی ظهور آنها را غیر ممکن می‌دانستند. نخستین بار بازگشت یک دنباله‌دار بد وسیله دکتر ادmond هالی *Dr. Edmond Halley* (۱۶۵۶-۱۷۴۲) عضو رصدخانه سلطنتی انگلستان پیش‌بینی شد. دکتر هالی که در واقع یکی از همکاران جوان اسحق نیوتن بود، ستاره‌شناس با تجربه و آگاهی محسوب می‌شد. در سال ۱۶۸۲ دنباله‌دار درخشانی در آسمان آشکار گردید. دکتر هالی دنباله‌دار مزبور را زیر نظر گرفت و با محاسبه مدار آن به تشابه فراوانی که بین مدار مزبور و مدار دنباله‌داران سال‌های ۱۶۰۷ و ۱۵۳۱ وجود داشت، دست یافت و بدینسان نتیجه گرفت که سه دنباله‌دار مزبور باید جرم واحدی باشند که هر ۷۶ سال یکبار به دور خورشید گردش می‌کند. محاسبات دکتر هالی نشان می‌داد که دنباله‌دار مزبور مجدداً در سال ۱۷۵۸ در آسمان زمین پدیدار خواهد شد. متأسفانه عمر دکتر هالی کفاف نداد و چند سال جلوتر از زمان پیش‌بینی شده دیده از جهان فروبست. جرم مزبور که به افتخار وی دنباله‌دار هالی نام گرفته بود، نخستین بار در شب



این عکس که در ۱۳ مه ۱۹۱۰ از دنباله‌دار هالی تهیه شده، تغییر وضع دنباله آن را نسبت به چند روز قبل نشان می‌دهد. حرم تاشکی که در گوشه پایین و سمت چپ عکس دیده می‌شود، سیاره ماهی است.



این عکس جالب از بازگشت سال ۱۹۱۰ هالی به وسیله رصدخانه لیک جنوبی واقع در شیلی تهیه گردیده است. عکس مزبور که در ۷ مه سال ۱۹۱۰ برداشته شده، ساختار دنباله حرم مزبور را نشان می‌دهد.



وضع مدار دنباله‌دار هالی از سال ۱۹۴۰ تا سال ۲۰۱۰ میلادی، به طوری که دیده می‌شود، زمانی که هالی به پری هلیون نزدیک می‌گردد، بر سرعت آن افزوده می‌شود و برعکس سرعت آن در دور دستها رو به آرامی می‌نهد.

هسته به آن نزدیک شود. این برنامه زمانی انجام خواهد شد که دنباله‌دار هالی، مرحله‌پری هلیون را پشت سر گذارده و در فاصله ۱۳۳ میلیون کیلومتری خورشید قرار گرفته باشد.

اتحاد جماهیر شوروی نیز در نظر دارد دو فضا ناو بنام وگای ۱ و ۲ به سوی هالی روانه سازد. فضا ناوهای نامبرده نخست با سیاره ناهید دیدار خواهند کرد و سپس به مدار هالی نزدیک شده و برنامه‌های شبیه جیوتو را به مورد اجراء خواهند گذارد. ژاپنی‌ها نیز فضا ناوهائی را به سوی هالی روانه خواهند ساخت تا به کمک شیوه فرابنفش از گیسو و هسته دنباله‌دار مزبور عکسبرداری نمایند.*

در آسمان ظاهر گردیده بود و حتی در روز روشن هم دیده می‌شد، دنباله‌دار کوچکی به نظر می‌رسید، شاید برخی از کسانی که دنباله‌دار هالی سال ۱۹۱۰ را دیده‌اند هنوز زنده باشند و علاوه بر هالی، دنباله‌دار روزتاب مزبور را نیز به خاطر بیاورند.

بازگشت سال ۱۹۱۰ هالی نخست در تاریخ ۱۲ سپتامبر ۱۹۰۹ در آلمان دیده شد. در آن زمان دنباله‌دار مزبور هنوز ۴۰۰ میلیون کیلومتر تا خورشید فاصله داشت. پی‌گیری و مشاهده دنباله‌دار نامبرده تا هجدهم و نوزدهم مه همان سال که مستقیماً از میان زمین و خورشید عبور کرد، ادامه یافت. مطالعاتی که روی هالی سال ۱۹۱۰ بعمل آمده، نشان داد که دنباله‌داران در هر پری هلیون حدود یک درصد جرم هسته خویش را از راه تبخیر از دست می‌دهند.

بازگشت سال ۱۹۸۶ فرصت بسیار مناسبی بود تا دنباله‌دار هالی به کمک فضا ناوهای تحقیقاتی از نزدیک مورد بررسی قرار گیرد. هدف از این برنامه مطالعه ساختار جرم مزبور از نظر فیزیکی و شیمیائی و آزمایش هسته آن است. علاوه بر آن جو هالی نیز هدف مطالعه بوده و رابطه میان جرم مزبور با باد خورشیدی نیز از جمله برنامه‌های مطالعاتی بوده است. مأموریت پژوهش‌های کیهانی اروپا، در نظر دارد فضا ناوی را بنام جیوتو Giotto با سرعت ۶۸ کیلومتر در ثانیه طوری از نزدیکی هالی عبور دهد تا بتواند به گیسوی دنباله‌دار وارد گردد و تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری

* کلیه برنامه‌های پیش‌بینی شده با موفقیت انجام شد و نتیجه آن در پاره‌ای مطبوعات کشور منعکس گردید. مجله دانشمند طی شماره پی‌درپی ۲۷۷ سال بیست و چهارم، آبان ماه ۱۳۶۵ مقاله‌ای در همین زمینه منتشر ساخته که خلاصه‌ای از آن بشرح زیر به آگاهی خوانندگان می‌رسد. فضا ناو وگا ۱ نخستین ابزار ساخت دست بشر بود که به دیدار نزدیک‌های شتافت و در تاریخ ۶ مارس ۱۹۸۶ از فاصله ۸۸۸۹ کیلومتری آن گذشت. طراحان سفینه مزبور امیدوار بودند که فضا ناو وگا ۱ از گیسوی دنباله‌دار نمونه‌برداری کند و هسته آن را به دقت مورد کاوش قرار دهد. با وجودی که بدلیل پاره‌ای نواقص فنی، عکسبرداری واضح و روشن از هسته امکان‌پذیر نگردید، اما عکس‌ها و اطلاعاتی که به زمین مخابره شد کاملاً "شفقت‌انگیز و غیر منتظره بود."

وگا ۲ نیز در هشتم مارس همان سال از فاصله ۸۰۳۰ کیلومتری هسته هالی گذشت و با وجودی که بوسیله خردیزه‌ها و غبارهای گیسوی هالی شدت بمباران می‌گردید، مع الوصف اطلاعات و عکس‌های بسیار جالب و گرانبهائی به زمین ارسال داشت. اما فضا ناو جیوتو از فاصله ۶۰۵ کیلومتری هسته عبور کرد و عکس‌های دقیق‌تر و روشن‌تری به زمین مخابره نمود و روی هم رفته نارسائیهای وگا ۱ و ۲ را جبران کرد. نتایجی که گلا "از این دیدارها به دست آمده، نشان می‌دهد که هسته هالی شکلی شبیه سیب زمینی دارد که ابعاد آن بطور متوسط حدود ۱۵×۱۰×۷ کیلومتر است و سطح آن همانند زغال سیاه بوده و نسبت بازتاب آن از ۴ درصد تجاوز نمی‌کند. عکس‌ها و اطلاعات مخابره شده نشان می‌دهند که هسته هالی در میان ابری از غبار جای دارد و عوارضی بصورت شکاف‌ها و گودال‌ها و فرورفتگی‌ها در سطح آن به چشم می‌خورد که اندازه آن‌ها بین ۱۰۰ متر تا یک کیلومتر است. علاوه بر عوارض مزبور، پدیده‌های فورانی کاملاً "غیرمنتظره‌ای در سطح هسته به چشم می‌خورد که گاز از آن، به بیرون می‌جهد. گیسو و دنباله هالی از گازهایی که از هسته تبخیر می‌شوند تشکیل می‌یابند و غبار



این عکس شهابی را در حال متلاشی شدن نشان می‌دهد. شهاب مزبور با ورود به جو زمین پاره پاره شده و به قطعات چندی تقسیم گردید. باید توجه داشت که شهابها خود به خود نورزا نیستند، بلکه مالش آنها با هوا به گداختگی ذرات گازهای موجود در جو زمین انجامیده و مولکول‌های یونیده هوا را درخشان می‌سازد.

شهاب‌پاشخانه

METEORS

بررسی‌های اخیر نشان داده است که زمین به وسیله ذرات بسیار کوچکی که اندازه آنها حتی از $1/10$ میلی‌متر هم کوچکتر است همواره زیر بمباران قرار دارد. ذرات مزبور که خرده‌شهاب یا شهابک *Micrometeorites* نام دارند به اندازه‌ای کوچکند که قادر به تولید نور در جو زمین نبوده و فقط به وسیله مشاهدات راداری قابل تشخیص می‌باشند.

شهاب‌ها بر دو گونه‌اند، رگباری و پراکنده. شهاب‌های پراکنده در هر جهت و در هر موقعیت زمانی ممکن است دیده شوند، بهترین زمان برای دیدن اینگونه شهاب‌ها ساعتهای اولیه پس از نیمه‌شب است که در آن ساعات تاریک‌ترین بخش آسمان در جهت گردش زمین قرار می‌گیرد. بطور متوسط در هر ساعت حدود ۶ شهاب در آسمان دیده می‌شود که هر کدام حدود 3×10^{-4} ثانیه در آسمان پائیده و به میزان تقریباً ۵ درجه جابجا می‌گردند. شهابهای رگباری در واقع محصولی از بقایای دنباله‌داران هستند. همان‌طوری که در بخش دنباله‌داران اشاره شد، خرده‌های دنباله‌داران کوتاه دوره ممکن است در سراسر مدار جرم مزبور انباشته شوند و هنگام عبور زمین از میان آنها به صورت رگباری از شهاب در آسمان جلوه‌گر شوند. از آن جمله رگبارهای شهابی امرداد ماه صورت فلکی پرساوشی‌ها *Perseids* را می‌توان نام برد که از بقایای دنباله‌دار سویت-توتل *P/Swift - Tuttle* به وجود آمده‌اند و یا رگبارهای مهر و آبان ماه صورت فلکی ثور *Taurids* را می‌توان ذکر کرد که به خرده‌های دنباله‌دار *P/Encke* مربوط می‌باشند.

در فضا ذرات بسیاری موجود است که اندازه آنها اکثراً "از شن کوچکتر و گاه از دهها متر هم تجاوز می‌کند. خرده‌های مزبور که شهابوار *Meteoroids* نام داشته و به دور خورشید در گردشند، برخلاف ظاهر درخشان و تابناکی که در برخورد با جو زمین پیدا می‌کنند به اندازه‌ای کوچک و کم‌نورند که دیده نمی‌شوند. هنگامی که این ذرات به وسیله نیروی جاذبه زمین ربوده شده و به درون جو زمین راه می‌یابند، بر اثر مالش با ذرات هوا داغ و گداخته می‌گردند و پدیده درخشانی را بنام شهاب یا شخانه به وجود می‌آورند. تابناکی اینگونه اجرام در واقع به خود آنها مربوط نیست، بلکه مولکول‌های گاز مسیر آنها بر اثر اصطکاک داغ و یونیده *Ionized* می‌گردند و به صورت هاله فروزانی پیرامون ذرات مزبور را فرا می‌گیرند.

شهاب‌ها معمولاً با سرعت 70 کیلومتر در ثانیه به جو زمین وارد می‌گردند. با اندازه‌گیری سرعت می‌توان جرم شهاب‌ها را که غالباً فقط چند میلی‌گرم است محاسبه نمود.

ارتفاع شخانه‌ها به وسیله دو دانشجوی آلمانی بنام برنارد و بنزنبرگ *Bernard و Benzenberg* برای نخستین بار در سال ۱۷۹۸ اندازه‌گیری شد. دانشجویان مزبور برای این کار از شیوه "مثلث بندی *Triangulation* استفاده کردند. بدینسان که شهاب را از دو ایستگاه زمینی که فاصله آنها معلوم بود مورد نشانه‌روی قرار دادند و با حل مثلث ارتفاع جرم‌های مزبور را که غالباً حدود 80 کیلومتر بالاتر از سطح زمین است محاسبه نمودند.

نیز از سطح هسته پراکنده می‌گردد. در سطح رو به خورشید هسته‌های چند دهانه‌ای فورانی یافت می‌گردد که جمعا "منبع اصلی گسیل گاز و غبار را تشکیل می‌دهند. هسته‌های جسم سیاهی است که نور خورشید را جذب می‌کند و دمائی را معادل 300 تا 400 کلوین (27 تا 127 درجه سانتیگراد) نشان می‌دهد.

پاره‌های از دانشمندان معتقدند که سطح هسته‌های از مواد تیره منفذدار همانند اسفنج تشکیل یافته و میزان کاهش جرم آن که به فوران‌های اشاره شده بستگی دارد 5×10^{-4} مولکول آب در ثانیه است. نتایج بدست آمده از فضا ناوهای ژاپنی که هالی را از فاصله بسیار دورتری زیر نظر داشته‌اند، نشان می‌دهد که گیسوی تیدرژنی هالی با دوره تناوب حدود 53 ساعت در تپش است.

فضا ناو جیوتو که تا اعماق گیسوی هالی پیش رفته بود، مقدار گاز و ترکیبات آن را اندازه‌گیری کرده و چنین نشان می‌دهد که 80 درصد گیسو از مولکول‌های آب و بقیه اکثراً از مولکول‌های دی‌اکسید کربن تشکیل یافته است. در فاصله $1,000$ کیلومتری هسته که همانند دیگر اجرام آسمانی به دور محور خویش در چرخش است، جریان‌هایی از مولکول‌های آب با چگالی 47 میلیون مولکول در سانتی‌مترمکعب دیده شده که با سرعت 900 متر در ثانیه در حرکت بودند.

دانشمندان تخمین می‌زنند که کل مقدار گازی که در هر ثانیه از هالی به خارج گسیل می‌گردد، بطور متوسط $1/3 \times 10^3$ مولکول است و میزان غبار پرتاب شده، حدود 3 تن در ثانیه می‌باشد. (البته این ارقام مربوط به زمانی است که دنباله‌دار هالی در حدود پری‌هلیون مدار خویش جای داشته است).

تجزیه و تحلیل ذرات غبار دنباله‌دار هالی که به وسیله ابزارهای نصب شده در جیوتو وگا بعمل آمده، نشان می‌دهد که تقریباً 80 درصد آنها حاوی تیدرژن، کربن، نیتروژن، اکسیژن و مقداری گوگرد است و علاوه بر آن مقداری سدیم، منیزیم، سیلیسیم، کلسیم و آهن نیز در آن یافت می‌گردد.

یکی از یافته‌های جالب و هیجان‌انگیز فضا ناوهای ژاپنی، وجود امواج رادیویی است که از دنباله‌دار هالی گسیل می‌گردد و با د خورشیدی در تولید آن نقش مؤثری دارد.

کهن‌ترین مدرک موجود درباره سنگ‌های آسمانی که روی اوراق پاپیروس ثبت گردیده است، به مصریان ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد تعلق دارد، علاوه بر آن مدرک دیگری نیز دال بر ریزش سنگ از آسمان جزیره کرت موجود است که به سال ۱۴۷۸ پیش از میلاد تعلق دارد. همانند همین مدارک نیز یکی در سال ۳۴۶ قبل از میلاد در ایتالیا و دیگری در سال ۴۱۶ پیش از میلاد در یونان موجود است و سنگ‌خانه کعبه نیز به احتمال بسیار قوی منشاء کیهانی دارد.

قدیمی‌ترین شهاب‌سنگی که سقوط آن رسماً در تاریخ ثبت گردیده به ۱۶ نوامبر سال ۱۴۹۲ کشور سوئیس مربوط است که هم‌اکنون در کلیسای انسی شیم *Ensisheim* در معرض تماشای همگان قرار دارد. بیشتر موزه‌های جهان مجموعه‌ای از سنگ‌های آسمانی را در اختیار دارند که بزرگ‌ترین آنها به وسیله شخصی بنام ربرت پیری *Robert Peary* در سال ۱۸۹۷ در گروئتلند یافت گردیده است. این سنگ هم‌اکنون در کیهان‌نای هیدن *Hayden* واقع در نیویورک نگهداری می‌شود. بزرگ‌ترین سنگ آسمانی که تاکنون یافت شده، سقوط آن به دوران ماقبل تاریخ بازمی‌گردد. وزن این سنگ که در حوالی گروت فونتین *Grootfontein* واقع در آفریقای جنوبی جای گرفته است حدود ۶۰ تن است و به احتمال نزدیک به یقین تاکنون همچنان در جای خود ثابت و دست‌نخورده باقی مانده است.

شهاب‌سنگ‌ها را به سه گروه تقسیم می‌کنند، آسمان‌سنگ یا آئرولیت *Aerolites*، آهن‌سنگ یا سیدرولیت *Siderolites* و آسمانگان یا سیدریت *Siderites*.

آهن‌سنگ یا شهاب‌سنگ آهنی دارای چهار تا شش درصد نیکل است و آسمانگان (کانی آسمانی) یا سیدریت، علاوه بر آهن و نیکل با بلورهای اولیوین *Olivine* همراه است و آسمان‌سنگ عمدتاً از کانی‌های کوچکی بنام کندرول *Chondrules* که ۸۵ درصد آئرولیت را به‌خود اختصاص داده، تشکیل یافته است.

شگفت آن‌که پاره‌ای از شهاب‌سنگ‌ها دربردارنده نوعی اندام‌های حیاتی هستند. صرف‌نظر از این‌که برخی شهاب‌سنگ‌ها پس از برخورد با زمین به اندام‌های حیاتی خاکی آلوده گردیده‌اند، شماری دیگر ذاتاً "حامل نشانه‌هایی از حیات نخستین کیهانی بوده و پندار انتقال زیست از کیهان به زمین را در پاره‌ای اندیشه‌ها جایگزین ساخته‌اند.

آرنیوس *Arrhenius* دانشمند سوئدی را می‌توان یکی از این‌گونه اندیشمندان بشمار آورد. نامبرده در نظریه‌ای که در سال ۱۹۰۸ ارائه نموده، حیات زمینی را ره‌آورد شهاب‌سنگ‌ها محسوب داشته و اخیراً فرد هویل *Fred Hoyle* و چاندرا ویکراماسینگ *Chandra Wickramasinghe* نظریه‌مزبور را با کمی دستکاری دوباره مطرح نموده و از آن پشتیبانی کرده‌اند. تاکنون بیش از ۲۰۰۰ نشانه سقوط شهاب‌سنگ در زمین شناسائی شده است، در میان معروف‌ترین آنها می‌توان به سقوط گوی آتشین هفتم آوریل سال ۱۹۵۹ که بر فراز چکسلواکی روی داده اشاره نمود و همچنین سقوط سنگ بارول *Barwell* در ۲۴ دسامبر ۱۹۶۵ انگلستان و ریزش ۱۹۷۰ لاست سیتی *Lost City* کشور آمریکا را نیز می‌توان از جمله رویدادهای شگرف نیمه دوم سده بیستم میلادی بشمار آورد.

این عکس که در سال ۱۹۲۳ برداشته شده، علاوه بر شهاب بزرگی که به صورت خطی مستقیم دیده می‌شود، یکی از کهکشانها را نیز نشان می‌دهد.



تعداد شهاب‌هایی که در این‌گونه موارد در آسمان دیده می‌شوند برحسب واحدی بنام ZHR (مخفف *Zenithal Hourly Rate*) اندازه‌گیری می‌شوند. واحد مزبور بیان‌کننده شمار شهاب‌هایی است که بدون استفاده از ابزارهای چشمی در هر ساعت دیده می‌شود. کلاً ZHR مقدار ثابتی نیست و برای هر رگباری فرق می‌کند. معمولاً غنی‌ترین رگبارهای شهابی، رگبار امرداد ماه پراساوشی و رگبار جوزا یا دوپیکر می‌باشد.

منشاء شهاب‌های پراکنده *Origin of Sporadic Meteors*

اساساً شهاب‌های پراکنده به بخش معینی از آسمان تعلق ندارند و وابستگی آنها به بقایای دنباله‌داران نیز هنوز مورد تردید است. شهاب‌ها گاه چنان تابناکند که مدت‌ها با نور ماه بلکه با نور خورشید نیز برابری می‌کنند. صدای عبور چنین شهاب‌هایی که گوی آتشین *Fireball* نام دارند، گاه بخوبی به گوش می‌رسد و حتی خرد شدن و پاره پاره شدن آنها نیز قابل شنیدن می‌باشد. پاره‌ای از گوی‌های آتشین به اندازه‌ای بزرگند که به آنها شهاب‌سنگ می‌گویند.

امروزه برای کشف و گروه‌بندی شهاب‌ها از فن‌عکاسی استفاده می‌گردد. در این شیوه دهانه‌های دوربین را مدتی بازمی‌گذارند و رد پای شهاب‌ها را در دل آسمان روی صفحه عکاسی ثبت می‌کنند. افزون بر آن شناسائی شهاب‌ها به کمک رادار نیز انجام می‌شود و حتی رگبارهای شهابی روزانه را به‌دینوسیله ثبت می‌نمایند.

شهاب‌سنگ یا سنگ آسمانی

METEORITES

سنگباران سال ۱۸۰۳ دهکده لوآیگل *L'Aigle* فرانسه، دانشمندان بسیاری را به فکر واداشت و برای نخستین بار کیهانی بودن منشاء سنگهای مزبور را در ذهن بی. بیوت *B. Biot* جایگزین ساخت.



در سال ۱۸۹۱ شهابسنگی در شهر اوشنسک *Oschansk* واقع در روسیه به زمین سقوط کرد. ریزش این شهابسنگ با صدای انفجار مهیبی همراه بود و در پی آن بارانی از سنگ که وزن قطره‌های آن بین ۱ تا ۳۰۰ کیلوگرم بود، شروع به ریزش کرد.

شهاب‌سنگ‌های بزرگ معمولاً "حفره‌هایی در زمین تولید می‌کنند که به آنها گودهای شهابی می‌گویند، در سطح زمین نمونه‌های گوناگونی از گودهای شهابی وجود دارد که بزرگ‌ترین و مهمترین آنها گودی در ایالت آریزونا آمریکا است که قطر آن به ۱۲۶۵ متر و ژرفای آن به ۱۷۵ متر می‌رسد و تصور می‌شود که عمر آن از ۲۵،۰۰۰ سال تجاوز نکند. موقعیت جرم سقوط کرده که احتمالاً "در پای دیواره جنوبی گود مدفون شده، نشان می‌دهد که شهاب‌سنگ مورد بحث تحت زاویه شیب کمی سقوط نموده است. حفره دیگری که تا اندازه‌ای در شهابی بودن آن تردید موجود است، گودی است در ولف کریک *Wolf Creek* استرالیا و دیگری در منطقه وقار *Waqar* واقع در عربستان سعودی منشاء شهاب‌سنگ‌ها هنوز به درستی معلوم نیست. اگر میان شهاب‌سنگ‌های بزرگ و سیارگان کوچک وابستگی‌ها و خویشاوندی‌هایی موجود باشد، ناچار شهاب‌سنگ‌ها بایستی مهاجرتی از کمر بند سیارگان بشمار آیند.

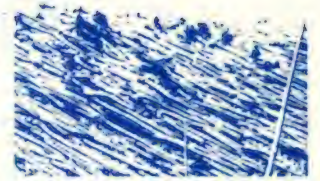
بررسی شیوه سقوط شهاب‌سنگ‌ها، همانندی فراوانی را با مدار سیارکی بنام آپولو *Apollo* نشان می‌دهد. عمر شهاب‌سنگ‌ها بین ۴ تا ۴/۶ هزار میلیون سال می‌باشد. شکی نیست که هنوز بسیاری از شهاب‌سنگ‌ها ناشناخته باقی مانده‌اند. آن دسته از شهاب‌سنگ‌هایی که در شمالگان *Antarctica* یافت گردیده‌اند، بسیار خوب و دست نخورده محفوظ مانده و اصالت خویش را حفظ کرده‌اند و طبعاً "برای شناسائی هرچه بهتر این اجرام تلاشی بیشتر و پی‌گیر لازم است.

تکتیت‌ها

Tektites

تکتیت‌ها جرم‌های کوچک و شیشه‌ای هستند که فقط در مناطقی محدود یافت می‌گردند. وضع ظاهری و ساختمان تکتیت‌ها نشان می‌دهد که اجرام مزبور دوبار تحت تأثیر دما قرار گرفته‌اند. این جرم‌ها که شکل ظاهریشان معمولاً آثرو دینامیکی است، تاکنون فقط در چهار منطقه جغرافیائی یعنی استرالیا، ساحل عاج، چکسلواکی و پاره‌ای نواحی کشور آمریکا دیده شده‌اند. بزرگ‌ترین تکتیت شناخته شده، دارای وزنی برابر ۳/۲ کیلوگرم است که در سال ۱۹۳۲ در لائوس کشف شده است. اگر تکتیت‌ها نیز همانند شهاب‌سنگ‌ها دارای منشاء کیهانی باشند،

در مورد رویداد سال ۱۹۰۸ تونگوسکای سیری، نظرات چندی اراغ شده ولی هیچکس از آنها تاکنون رسماً تأیید نگردیده است. در این رویداد که صدای انفجار آن تا هزار کیلومتری به گوش می‌رسید، جانوران بسیاری کشته شدند و درختان پهنه وسیعی به طور موازی روی زمین خوابیدند. به گفته شاهدان عینی، جرم سقوط کرده همانند خورشیدی درخشید، اما هنوز هیچ نشانه‌ای دال بر سقوط جرمی در جایی دیده نشده.



گود شهابی آریزونا دارای ۱۲۶۵ متر قطر و ۱۷۵ متر ژرفا است و پیرامون آن را دیوارهای به بلندی ۳۰ تا ۴۵ متر فرا گرفته است. گود آریزونا که عمر آن حدود ۲۵،۰۰۰ سال می‌باشد، یکی از جوان‌ترین گودهای کره زمین است. این گود بر اثر برخورد آهنسنگی با سرعت ۱۱ کیلومتر در ثانیه با یک لایه رسوبی پدید آمده است.



سنگ بارول که پیش از سقوط متلاشی گردید، مانند غالب شهاب‌سنگ‌ها از گونه آسمان‌سنگ یا آئرولیت بود. شهاب‌سنگ آلتند *Allende* که در سال ۱۹۶۹ در مکزیکو سقوط کرد، راهنمای بسیار ارزنده‌ای در زمینه شناخت و کشف چگونگی شهاب‌سنگ‌ها بشمار می‌آید. سنگ آلتند شهابتی به سنگ‌های زمینی ندارد و تاریخگذاری پرتوسنجی *Radiometric* سن آن را به مراحل نخستین آفرینش ابری‌های خورشیدی بازمی‌گرداند. تاکنون گزارشی که حاکی از مرگ و یا جراحات جدی حاصل از ریزش شهاب‌سنگ‌ها باشد، جز دوسه مورد استثنائی که آن نیز به جراحات مختصر و مرگ یک سگ مصری انجامیده است، دیده نشده.

از جمله سقوط‌های بسیار مهم سده کنونی، به سقوط سال‌های ۱۹۰۸ و ۱۹۴۷ که هر دو در سیربی اتفاق افتاده است، می‌توان اشاره نمود. نخستین سقوط به تونگوسکا *Tunguska* ی سال ۱۹۰۸ سیربی تعلق دارد. کسانی که در سی‌ام ژوئن ۱۹۰۸ در روستای کانسک *Kansk* واقع در ۶۰۰ کیلومتری محل حادثه حضور داشته و ریزش شهاب‌سنگ مزبور را با چشمان خویش دیده‌اند، تابناکی آن را با خورشید برابر دانسته و ساکنان هزار کیلومتری تونگوسکا صدای انفجار مهیب آن را تأیید نموده‌اند. در این منطقه که تا سال ۱۹۲۷ همچنان دست نخورده و شناسائی نشده باقی بود، هیچ حفره و یا نشانه‌ای که از ریزش شهاب‌سنگ حکایت نماید، یافت نگردیده است. در پیرامون این رویداد، شایعات بسیاری وجود دارد، گروهی برای این گمانند که گیسوی دنباله‌دار کوچکی با سطح زمین تماس یافته و به اعتقاد عده‌ای دیگر، شهاب‌سنگ مزبور به اندازه‌ای بوده که پیش از ریزش، در جو زمین کاملاً گداخته و متلاشی گردیده است.

دومین سقوط مربوط به ۱۲ فوریه ۱۹۴۷ است که آن نیز در سیربی اتفاق افتاده است. در نتیجه این ریزش که محققاً "به یک شهاب‌سنگ وابسته است، حدود صد گود شهابی در زمین پدید آمد.

در دهم اوت ۱۹۷۲ شیئی درخشان بر فراز آسمان یوتا *Utah* واقع در ایالات متحده آمریکا دیده شد. این جرم تا فاصله ۵۸ کیلومتری سطح زمین نزدیک گردید و با یک تغییر مسیر ناگهانی دوباره به مدار خویش در منظومه خورشیدی بازگشت. قطر این جرم حدود ۸۰ کیلومتر بود.

درس هائی از ماه

Lessons From Moon

طی آخرین ربع سده اخیر، به گسترش شگرفی در دانش شناخت کره ماه دست یافته‌ایم. عکس‌های فراوانی که چهره یار دیرین زمین را به روشنی نشان می‌دهند، بر این آگاهی بس افزوده و به‌ویژه نمونه‌هائی که از سطح ماه گردآوری و به زمین آورده شده، ما را به دستیابی اطلاعات غیر منتظره‌ای در زمینه سرگذشت نزدیک‌ترین همسایه طبیعی زمین یعنی ماه یاری نموده است. مدارک مزبور نشان می‌دهند که طی مدتی میان زمان آفرینش ماه یعنی حدود ۴۷۰۰ میلیون تا ۴۰۰۰ میلیون سال پیش پوسته آن تشکیل یافته و همزمان به‌وسیله خردیزه‌های کیهانی که بسیاری از آنها به سیارکان کوچک می‌مانند، بمباران شده است. این دوره را در تاریخ منظومه خورشیدی بمباران بزرگ *Great Bombardment* می‌نامند.

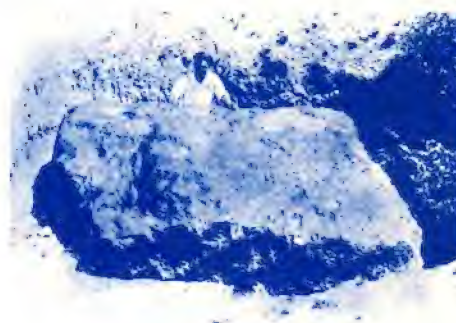
سرعت بسیار زیاد سخت شدن پوسته ماه از یک‌سو و فقدان عامل فعال هوا فرسائی از سوی دیگر، دست به دست هم داده و چهره ماه را تا به امروز دست نخورده و بکر نگه داشته‌اند.

پیشرفت تکنولوژی به انسان امکان داده تا گساخته‌ها را از زمین فراتر نهد و نشانه‌های ادوار گوناگون سرگذشت ماه را از نزدیک مشاهده و لمس نماید. نشانه‌ها و شواهد گویای آن است که دوره بمباران سیارات تیر و بهرام و بیشتر قمرهای مشتری و کیوان با دوره بمباران ماه همزمان بوده است. نقشه برداری و بررسی‌های راداری، از چهره مرموز ناهید که همواره در زیر حجابی از ابرهای انبوه پوشیده شده، پرده برداشته و عوارض مدوری را که شباهت فراوان به گودهای شهابی دارند، در سطح آن نشان داده‌است. بدون تردید میهن ما نیز از این مرحله بی‌بهره نمانده و دوره بمباران بزرگ را با شکیبائی پشت سر گذارده است. ولی از آنجائی که سنگکری یا لیتوسفر زمین متحرک بوده‌است، نشانه‌های مزبور را از چهره خویش سترده و کلیه آنها را از میان برده است. کارشناسان تخمین می‌زنند که گودی مثلاً "به قطر ۲۵ کیلومتر حداکثر می‌تواند حدود ۵۰۰ میلیون سال در سطح زمین دوام بیاورد و سپس محو و سترده گردد.

زمین‌شناسان که تا پیش از عصر کاوش‌های کیهانی از این مرحله از فرگشت زمین ناآگاه بودند، اکنون به خود جرأت داده و این گمان را که بمباران شهابی به تحرک و پوسته‌زائی نخستین زمین انجامیده است، در اندیشه خویش پرورش می‌دهند. پیاده شدن انسان بر سطح ماه و ره‌آورد نمونه‌های گوناگون، آزمایش مستقیم سنگهای کره مزبور را میسر ساخته و اندازه‌گیری سنین عمر همزاد زمین یا ماه را به‌کمک شیوه پرتوسنجی امکان پذیر نموده‌است. آزمایش‌های مزبور ما را به راز شگفتی که تاکنون ناشناخته مانده بود راهنمائی کرد و روشن گردید که بمباران سنگین ماه حدود ۴۰۰۰ میلیون سال پیش پایان یافته و به دنبال آن دوره فعالیت‌های آذرین که از ۳۸۰۰ میلیون تا ۳۲۰۰ میلیون سال پیش به درازا کشیده، آغاز گردیده است. طی این مرحله، گدازه‌های آذرین از درون ماه سر برآورده و با روان شدن به سوی ژرف‌ترین عوارض آنها را از سیاه‌سنگ‌های بازالتی پر ساخته است.

فعالیت‌های آذرین همه‌جاگیر بوده است *Volcanoes Everywhere*

اصلاح و دگرگونی چهره سیارات عمدتاً "نتیجه پیدایش دمای درونی



این تخته سنگ که در گروت فونتین *Groot Fontein* واقع در آفریقای جنوبی پیدا شده، بزرگترین شهابسنگی است که تاکنون در زمین یافت گردیده است. وزن آن بیش از ۶۰ تن است ولی گودی در محل سقوط آن دیده نمی‌شود.

محدودیت پراکندگی آنها از رویدادی غیر عادی حکایت خواهد کرد. پاره‌ای از دانشمندان بر این باورند که سنگ‌های مزبور از آتشفشان‌های ماه پرتاب گردیده و نیروی جاذبه زمین آن را به سوی خویش ربوده‌است، ولی عده‌ای دیگر تکتیک‌ها را محصولی از آتشفشان‌های زمینی پنداشته و بر این باورند که اجرام مزبور بر اثر فوران تا ارتفاع بسیار زیادی بالا رفته و سپس به زمین سقوط کرده‌اند.

خلاصه این‌که تا این تاریخ تکتیک‌ها به‌صورت معمائی حل نشده باقی مانده و کارشناسان را با پرسش‌های بسیاری روبرو ساخته‌اند و برای شناخت هرچه بیشتر و پی بردن به چگونگی پیدایش و منشاء آنها هنوز راهی بس دراز در پیش است و تلاش زیادتری را برای یافتن نمونه‌های بیشتر ایجاب می‌کند.

سیاره‌شناسی تطبیقی

COMPARATIVE PLANETOLOGY

بی‌گمان زمین از بابت نعمت حیات در منظومه خورشیدی سیاره‌ای منحصر به فرد است. انسان که محصولی از همین نعمت انحصاری است با تلاشی بی‌پایان در جستجوی سرچشمه حیات و چگونگی پیدایش زادگاه خویش بوده و با فراتر نهادن پا به کاوش در جهان‌های دیگر نیز دست یازیده است. تلاش‌های پی گیر انسان به وی امکان بخشیده تا بر آگاهی خویش در زمینه‌های گوناگون و حتی طبیعت پیچیده اشیاء کیهانی بیفزاید و زمین زادگاه خویش را به‌عنوان نمونه قابل دسترسی بیش از پیش درنوردد و جزئیات آن را با کنجکاو تحسین‌آمیز به زیر ذره‌بین قرار دهد. این تلاش‌ها نه تنها به کاهش عزم و اراده انسان در حل معماهای میهن خاکی خود نینجامیده بلکه در گشایش دریچه‌های مهمی در زمینه دستیابی به راز آفرینش و شناخت کیهان نیز وی را یاری بخشیده است.

که فاقد جواست، تفتال‌های آذرین مدت‌های دراز جریان می‌یابند و تا مسافت بسیار دور روان می‌گردند، در نتیجه ارتفاع مخروط‌های اخگری‌ماه از یکدهم بلندی عوارض مشابه زمینی بیشتر نمی‌شود و در مقابل قطر پایه آنها به چهار برابر عوارض زمینی بالغ می‌گردد.

در سیاره بهرام که گرانش سطحی فقط ۱/۳ گرانش زمینی است، کاسه‌های آذرین که در دهانه آتشفشان‌ها جای دارند، وسیع‌تر از کاسه‌های آذرین زمینی هستند.

سیاه‌سنگ‌های موجود در بستر اقیانوس‌های زمین که در زیر پوسته قاره‌ای جای دارند، بسیار جوان‌تر از سیاه‌سنگ‌های کره‌ماهی‌باشند. بررسی سیارات همسایه زمین بر گوشه‌های تاریک ادوار نخستین میهن ما روشنی می‌بخشد و ما را به پاسخگویی مسائل بسیاری که تاکنون ناشناخته مانده باری می‌بخشد و حجاب ابهام و تردید را که بر چهره بسیاری از مسائل کیهانی سایه افکنده است، برمی‌گیرد.

*Is Plate Tectonics
Unique to the Earth?*

آیا تکتونیک صفحه‌ای
منحصر به زمین است؟

پراکندگی فعالیت‌های آذرین زمینی را می‌توان در مبحثی بنام تکتونیک صفحه‌ای عنوان نمود. مطابق این فرضیه، پوسته زمین به ۱۵ صفحه شناور تقسیم گردیده است و آتشفشان‌ها غالباً در لبه و یا در میان درز همین صفحه‌ها قرار دارند. نشانه‌های دال بر فعالیت‌های تکتونیکی زمین را می‌توان از یک دیدگاه فضائی به‌صورت رشته‌های چین‌کوه *Folded Mountain* و فروزمین‌ها *Rift Valley* و جزایر رشته‌ای و سلسله کوه‌های اقیانوسی *Oceanic Ridge* مشاهده نمود. در دیگر سیارات نیز ممکن است در نظر اول چنین نشانه‌هایی به چشم بخورد، اما این عوارض هیچ رابطه‌ای با تکتونیک صفحه‌ای ندارند و انسان را ظاهراً به گمراهی می‌کشند، مثلاً در بهرام، عارضه‌ای است بنام والس مارینرس *Valles Marineris* که شباهت زیادی به فروزمین آفریقای خاوری دارد. رشته آتشفشان‌های تارسیس *Tharsis* نیز فریبنده بوده و تکتونیک صفحه‌ای را ظاهراً در بهرام مطرح می‌سازد، ولی ابداً نشانه‌ای از دیگر عوارض تکتونیکی یعنی رشته چین‌کوه‌ها در آن یافت نمی‌گردد. از سوی دیگر آتشفشان‌های مریخ بجای آن که در فرولغزشگاه *Subduction Zone* های تکتونیکی قرار گرفته باشند، حالتی پراکنده و انفرادی دارند و پوسته‌ای یک‌پارچه و سخت را که ستبرای آن از پوسته زمین بیشتر است در گمان کارشناسان جایگزین می‌سازد.

در سیاره تیر یا عطارد نیز به‌همین سان نشانه‌ای از جنبش‌های پوسته‌ای به چشم نمی‌خورد و در ماه هم از فعالیت‌های تکتونیکی خبری نیست و عوارضی که با عوارض تکتونیکی زمین قابل مقایسه باشد در آن یافت نمی‌گردد. این اجرام نیز دارای پوسته‌ای سخت و ستبر و یک‌پارچه هستند. اما در مورد ناهید یا زهره احتمالاً وضع فرق می‌کند. بررسی‌های راداری گویای آن است که عوارضی مانند رشته چین‌کوه و یا شیارها و شکافهائی مثل فروزمین‌های زمینی در ناهید وجود دارد. دمای سطحی بسیار زیاد ناهید و شباهت چگالی آن با چگالی زمین این پندار را ایجاد می‌کند که درون آن گداخته بوده و این توده گداخته تا فاصله بسیار نزدیکی به سطح آن ادامه دارد.

و انتقال آن به خارج بوده است. برخوردهای شهابی روزگاران فرگشتی (نگامی)، تولید و دمای بسیار زیادی را موجب گردیده و در پی آن موجبات تباهی و پوسیدگی عناصر رادیواکتیو را فراهم ساخته است. زمین‌شناسان کلاً بر این باورند که سیارات هنگام آفرینش گداخته و مذاب بوده‌اند. بعدها دمای گدازش به‌مرور به فضا منتقل شده و تلف گردیده است، ولی درون سیاره طی آن روزگار همچنان گداخته و داغ باقی مانده و تباهی رادیواکتیویته نیز ادامه یافته است. انتشار و انتقال دما از درون زمین که خود نیز همین مراحل را می‌پیموده، موجبات دگرگونی‌هایی را در پوسته آن فراهم آورده است.

اما درباره ماه و سیاره تیر وضع دگرگون است. سطح خارجی آنها طی میلیون‌ها سال پیش سرد شده و فرآیند درونی که قاعدتاً به دگرگونی و شکل‌پذیری پوسته منجر می‌شده، از همان روزگار از فعالیت باز ایستاده است، فوران تفتال‌های سیاه‌سنگی که عوارضی را بنام دریاهای ماه پدید آورده است، در روزگاران بسیار دور متوقف شده ولی فعالیت‌های آذرین زمینی تا به امروز همچنان ادامه یافته و تفتال‌های درونی زمین از شکافهائی طویل واقع در بستر اقیانوس‌ها همچنان به بیرون می‌تراود.

تجربیات بدست آمده از سیاره‌های تیر و بهرام و ناهید نشان می‌دهد که فوران‌های آذرین نیز از جمله ویژگی‌های آنها در روزگاران گذشته بوده و به‌ویژه بررسی و تجزیه و تحلیل گودهای شهابی سیاره بهرام بر یک دوره فعالیت شدید آذرین (حدود ۳۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلیون سال پیش) گواهی می‌دهد. مسلم آن است که فعالیت‌های آذرین بهرام مدت‌ها طولانی‌تر از ماه ادامه یافته و مخروط‌های آذرین عظیمی که از آن روزگار به‌جای مانده‌اند خود شاهی بر این مدعا است، کارشناسان بر این باورند که فعالیت‌های آذرین بهرام تا این اواخر یعنی حدود ۵۰۰ یا ۶۰۰ میلیون سال پیش هنوز ادامه داشته و از آن پس متوقف گردیده است.

آرام‌نشین‌هایی که به سیارات بهرام و ناهید گسیل گردیده‌اند، سنگهای سیارات مزبور را زیر آزمایش شیمیائی قرار داده و آثاری از سنگهای بازالتی و مواد خاکی سرشار از ترکیبات آهنی را به‌ویژه در بهرام کشف کرده‌اند.

آرام‌نشین‌های ونرای روسی نیز در سطح ناهید به نمونه‌هایی از سیام سنگ و موادی که شباهت فراوان به گرافیت زمینی دارند، دست یافته‌اند، طی سال‌های اخیر گزارش‌هایی که از فوران‌های آذرین در زیر لایه‌های ستبر ابرهای ناهیدی حکایت می‌کند، بدست آمده و چشم‌انداز هیجان‌انگیزی را در برابر دیدگان ما نمایان ساخته است. می‌دانیم که شکل و فرم عوارض آذرین، تحت تأثیر مقدار و حالات فورانی تفتال و همچنین نسبت آهن و سیلیکون موجود در آن که تعیین‌کننده غلظت آن است، قرار دارد. بطور کلی غلظت و یا روانی تفتال در چهره‌پردازی و نقش آفرینی سیاره اثر می‌گذارد. تفتال‌های سیاه‌سنگی زمین که سرشار از آهن هستند، از رقت و روانی کمی برخوردارند و در نتیجه از فزونی ارتفاع آتشفشان‌های زمین می‌کاهند و در مقابل بر وسعت پایه آتشفشان‌ها می‌افزایند.

حالات جوی نیز در شکل‌پذیری عوارض آذرین مؤثر است و نیروی ثقل یا گرانشی هم در این میان از نقش مهمی برخوردار است. مخروط‌های اخگری زمینی دارای شیبی بیش از ۳۰ درجه هستند، درحالی‌که در کره‌ماه

رابطه‌ای را با جنبش‌های تکتونیکی مطرح نمی‌سازند و نشانه‌ای از لغزش پوسته در این کرات دورافتاده به چشم نمی‌آید.

متأسفانه آگاهی ما از سیارات دوردست بسیار کم است و تا این زمان هنوز از نتیجه سفر ویجر به اورانوس و نپتون اطلاعی در دست نیست و از این سیارات چیزی نمی‌دانیم.*

کلاً به‌نظر می‌آید که سطح تمام سیارات غول‌پیکر خورشیدی از ابرهای کیهانی پوشیده شده، ولی اینکه چرا و چگونه سیارات مزبور اینچنین غول‌پیکر و گازین هستند؟ خود هنوز مسئله‌ای است و پاسخی برای آن نیافتنایم. حتی چگونگی تشکیل جوانبوه ناهید یا زهره نیز خود پرسشی است در خور بررسی و پاسخ. از سوی دیگر نحوه پیدایش زمین و بهرام که ظاهراً با به پای هم رشد کرده و پرورش یافته‌اند نیز خود مسئله دیگری است. آیا سیارات مزبور از مواد سردتر و سبک‌تری پدید آمده‌اند؟ و یا اینکه راه حل دیگری را در ارتباط با مواد متشکله هسته و گوشته آنها باید جستجو کرد؟

در زمینه جو و مغناطکره و همچنین شمار فرزندان برجیس و کیوان اطلاعات کافی بدست آورده‌ایم و از جزئیات این دنیاهای گازین کمابیش آگاهیم، ولی هنوز چند پرسش اساسی باقی است.

نخست آنکه منشأ حرارتی سیارات مزبور چیست؟ و عامل پیدایش ابرهای عجیب مشتری و کیوان کدام است؟ انگیزه گسیل امواج رادیویی غول‌پیکران را چگونه باید تعبیر کرد؟ و بالاخره وضعیت دما و ترکیبات ساختمانی و شیمیایی قمرهای سیارات مزبور نیز هنوز بر ما پوشیده است و آگاهی ما با واقعیت‌ها فاصله‌ای بس دراز دارد. درباره اورانوس و نپتون نیز وضع به همین منوال است و آگاهی ما درباره آنها بسیار ناچیز است. اورانوس در میان سیارات دوردست ظاهراً فاقد دمای درونی است و نپتون دارای قمر بسیار عجیبی است، زیرا برخلاف دیگر اقمار منظومه خورشیدی دارای گردش پس‌رونده است و حتی اینکه یکی از اعضای منظومه خورشیدی باشد، خود جای تردید و گفتگو است، پلوتو همراه با قمر بسیار نزدیک آن یعنی کرون سیاره دوفلوثی را مجسم می‌سازد و شاید هم اصلاً جزو سیارات منظومه خورشیدی به حساب نیاید.

نتیجه اینکه

In Conclusion

لازم است دوباره به زمین بازگردیم و بررسی نمائیم که چرا در میان همه سیارات خاکی، زمین فعال‌ترین آنها است؟ پاسخ به این پرسش شاید این است که سنگره یا لیتوسفر آن از سنگره دیگر سیارات خاکی نازک‌تر است. آگاهی ما درباره ساختمان درونی زهره که همانندی فراوانی با زمین دارد، بسیار اندک و لازم است در این زمینه بیشتر تحقیق شود.

همان‌طوری که قبلاً نیز اشاره شد، اندازه و چگالی این دوسیاره بطور متوسط خیلی به هم نزدیک است، هر دو در بخش درونی منظومه خورشیدی جای دارند و هر دو از مواد مشابهی در مراحل نخستین آفرینش و فرگشت خویش تشکیل یافته‌اند، اما علت اختلاف جو این دو سیاره در چیست؟ و عامل مؤثر در تحولات جو این دو کدام است؟ آیا ناهید دنیای فعالی است؟ و همانند زمین به فعالیت‌های خویش همچنان ادامه می‌دهد؟ فقط

سیاره‌های تیر (عطارد) و مریخ و همچنین کره ماه که از دیرگاه دمای درونی خویش را که لازمه جنبش‌های پوسته‌ای است از دست داده‌اند، فاقد فعالیت‌های تکتونیکی هستند و احتمالاً دیگر سیارات نیز به دلیل کمبود شرایط مناسبی چون دما، فشار و ترکیبات ساختاری زیر پوسته از این ویژگی بی‌بهره می‌باشند.

تغییرات اقلیمی

Climatic Changes

کاوش‌های انجام شده توسط فضا ناوهای مارینر و وایکینگ ما را در شناخت اقلیم بهرام یاری داده است. کشف شبکه‌های عظیم آب‌کند در مریخ که به خشک‌رودهای زمینی همانندی فراوان دارند بیانگر وجود آبهای جاری در گذشته‌های دور در سطح سیاره مزبور است. قاعدتاً بنظر می‌رسد که دوره آب مریخ بایستی بعد از بمباران بزرگ و پیش از آغاز فعالیت‌های آذرین قرار گرفته باشد.

امروزه شرایط جوی بهرام برای وجود آبهای روان کاملاً نامتناسب است، زیرا نخست بهرام سیاره‌ای است خیلی سرد و دیگر اینکه جو رقیق امروزی آن خود باعث ناپایداری و نابودی آب می‌گردد. قدر مسلم این است که شرایط امروزی جو مریخ با شرایط جوی روزگار گذشته سیاره مزبور بکلی دگرگون است.

از سوی دیگر نهشت گذاری پیرامون قطب‌های بهرام نیز از تغییرات اقلیمی بی‌بهره نمانده است. چینه‌بندی نهشت‌های مزبور نشان می‌دهد که تغییراتی در همین اواخر در شرایط اقلیمی بهرام پدید آمده است. مسئله دیگر چگونگی پیدایش نهشت‌های مزبور است که محققان به اعصار یخبندان مربوط می‌باشد. آیا دگرگونی‌های مزبور را باید در تغییرات بازده انرژی خورشیدی جستجو کرد؟ و یا فعالیت‌های آذرین بهرام را که پراکنش غبار انبوهی را در جو سیاره مزبور موجب گردیده و از رسیدن تشعشعات خورشیدی مانعت نموده است، بایستی نقش آفرین دانست؟

همه اینها پرسش‌هایی است در پیش‌روی کارشناسان و مسلم آنکه پاسخ صحیح نیازمند بررسی بیشتر و کاوش‌های زیادتری است.

از سیارات دوردست چه می‌دانیم؟

The Outer Solar System

فعالیت‌های آذرین هنوز نقش بزرگی در تحول و فرگشت سیارات بر عهده دارند. کاوش‌هایی که با اعزام فضا ناوهای ویجر به سیاره‌های دوردست خورشیدی به عمل آمده، فعالیت آذرین یو Io یکی از قمرهای گالیله‌مشتی را با شگفتی بسیار نشان می‌دهد.

دیدیم که گدازه سیارات درونی غالباً از جنس سیلیکاته است، حال آنکه گدازه‌های قمر یو از نوع گوگردی است. فعالیت آذرین یو آنچنان پیوسته است که چهره این دنیای کوچک و دورافتاده را همواره و بسرعت دستخوش تغییر ساخته و جدیدترین پوسته در سرتاسر منظومه خورشیدی را به یو اختصاص داده است. افزون بر آن در پوسته قمرهای دوردست مشتری نیز نشانه‌هایی از شکست و چین و چروک فراوان که به گسله‌های زمینی شباهت دارند، به چشم می‌خورد، ولی باید دانست که گسله‌های مزبور هیچگونه

* این قسمت از متن اصلی کتاب سال ۱۹۸۴ عیناً ترجمه شده و به طوری که ملا حظه شد، نتیجه سفر ویجر ۲ به اورانوس و نپتون در بخشهای مربوط به خود منعکس گردیده است، م

Richard Alton Lock خبرنگار روزنامه خورشید *Sun* در نیویورک، طی سلسله مقالاتی اعلام داشت که تلسکوپ جان هرشل، پسر ویلیام هرشل معروف که در آن زمان به کاوش آسمان افریقای جنوبی سرگرم بود، جزئیات بسیار زیادی از سطح ماه را نشان داده و معلوم ساخته است که در ماه کوهپایی از الماس یافت می‌شود و آدم‌سانانی زردپوست در آن زندگی می‌کنند. خبرنگار مزبور از نرم‌تن غول‌پیکر شگفتی یاد می‌کند که با سرعت زیاد کرانه‌های شنی ماه را درمی‌نوردد و پیوسته از جایی به جای دیگر نقل مکان می‌یابد. با وجود اینکه گروهی بر نوشته‌های ریچارد لاک خرده گرفته و درستی آن را دچار شک و تردید ساختند، ولی بسیاری نیز آن را پذیرفتند و حتی کلیساها و گروه‌های مذهبی، پیشنهادهایی برای مسیحی کردن انسان‌های ماه ارائه نمودند.

در سال ۱۸۳۶ ستاره شناس دیگری بنام فرانزون پائولاگروئی نوئی سن *Franz Von Paula Gruithuisen* اعلام داشت که شهری را با برج و باروی سیاه‌رنگ و عظیم در ماه تشخیص داده و ضمناً "نور خاکستری رنگ ناهید را به آتش سوزی جنگل‌های زهره و آتش‌بازی ساکنان کره مزبور به مناسبت جشن انتخابات پارلمانی در ارتباط می‌داند.

From the Moon to Mars

از ماه به مریخ

خیال‌پردازی‌های کودکانه نویسندگان و ستاره‌شناسانی مانند ریچارد لاک و فرانزگروئی نوئی سن و اوهام شیرین مردمان اوایل سده نوزدهم دیری نپائید و مشاهدات بعدی نشان داد که ماه فاقد آب و هواست و هیچ نشانه‌ای از زیست در آن یافت نمی‌شود. ناگزیر امیدها از ماه بریده شد و نظرها به سوی مریخ متوجه گردید.

بهرام در مقایسه با ماه ظاهراً از شرایط مساعدتری برای حیات برخوردار بود و وجود کلاهک‌های سفید قطبی و جو آن، احتمال موجودیت آب و مسکون بودن آن را نیرو می‌بخشید و خام‌اندیشان بسیاری را برای برقراری ارتباط با ساکنان کره مزبور تشویق می‌کرد.

پیشنهادهای فراوانی مانند افروختن آتش در صحرای آفریقا به همین منظور ارائه شد و حتی شخصی بنام چارلز کراس *Charles Cros* در سال ۱۸۷۰ پیشنهاد نمود تا نور خورشید به وسیله آینه‌های بسیار بزرگی به سوی بهرام منعکس گردد تا ساکنان مریخ از وجود آدمیان خاکی آگاه شوند. در سال ۱۹۰۲ یک خانم فرانسوی بنام گازمن *Guzman* برای نخستین دانشمندی که بتواند با جهان‌های دیگر ارتباط برقرار کند، جایزه‌ای تعیین نمود.

وی در وقف نامه خویش ارتباط با مریخ را به دلیل سهولت و عملی بودن آن مستثنی ساخته و جهان‌های دوردست‌تری را مورد نظر قرار داده بود. جالب اینکه این جایزه تا امروز همچنان دست نخورده باقی مانده است.

در سال ۱۸۷۷ جیووانی شیاپاری *Giovanni Schiaparelli* ستاره‌شناس ایتالیایی نقشه جدیدی از بهرام تهیه نمود و به وجود خط‌هایی بنام تیکه‌کانال‌های مریخ اشاره کرد. پرسی وال لول *Percival Lowell* که رصدخانه بزرگی به‌ویژه برای مطالعه مریخ در ایالت آریزونا آمریکا دایر کرده بود، با اطمینان کامل اعلام داشت که کانال‌های مریخ از وجود شبکه عظیم آبیاری و کشاورزی و مناطق سبز در کره مزبور حکایت می‌کند، وی

پاسخ به این پرسش‌ها ما را در زمینه شناخت هرچه بهتر سیاره مسکن خود یاری خواهد داد.

آگاهی ما با تاریخ و سرگذشت نخستین زمین در دوده‌ء اخیر بسیار فزونی گرفته و ما را به شناخت سیارات نزدیک راهنمایی کرده است، اما از نظر دور نداریم که زمین نیز عضوی از خانواده خورشید است، لازم است در شناخت آن نیز بیشتر بکوشیم تا به ناشناخته‌ها دست یابیم.

در جستجوی حیات

SEARCH FOR LIFE

گذشتگان دور، جهان را مسطح و بی‌حرکت می‌پنداشتند و زمین را جرمی خارق‌العاده و در عالم افلاک منحصر به فرد می‌دانستند و اعتقاد داشتند که سراسر عالم افلاک هر ۲۴ ساعت یک‌بار به دور زمین می‌گردد. بعدها که کرویّت زمین به اثبات رسید، این مسئله که آیا حیات یا حیات‌های دیگری در خارج از زمین وجود دارد یا نه؟ اندیشه‌ها را به خود مشغول داشت و دامنه کنج‌گویی را به فرا سوی زمین گسترش داد و حتی در عصر فضا نیز سرخ‌خانه بی‌گیری شد و باب دلچسب و مطبوعی را بنام شناخت حیات فرازمینی مفتوح ساخت.

نخست ماه مورد توجه قرار گرفت، از این جهت که نزدیک‌ترین جرم فضائی به زمین بود و سطح آن حتی با چشم غیرمسلح نیز دیده می‌شد. پندار پیشینیان درباره ماه چنان بود که لکه‌های سیاه آن، اقیانوس‌ها و دریاها، و نواحی سفید و روشن خشکی‌ها و قاره‌های آن هستند. پلوتارک *Plutarch* نویسنده یونان باستان، دره‌ها و آب‌کنده‌هایی را در چهره ماه توصیف می‌کند و لوسین ساموساتا *Lucian Samosata* افسانه‌پرداز یونانی در سده دوم بعد از میلاد، گروهی از ملوانان را در تنگه جبل الطارق به دست گردباد دریائی *Waterspout* می‌سپارد و آنان را در سطح ماه فرود می‌آورد و در جنگ میان فرمانروایان خورشید و ماه گرفتار می‌سازد. موضوع حیات فرازمینی و مسکون بودن ماه که سالیان دراز نقل محفل ستاره‌شناسان را تشکیل می‌داد، شخصیت علمی بزرگی چون یوهان کپلر *Johannes Kepler* را بر آن داشت تا در داستانی تخیلی که به سال ۱۶۳۴ منتشر شد، قهرمان روایتی خویش را بر دوش دیو مهربانی به ماه فرستد و با ساکنان گوناگون کره مزبور به گفتگو پردازد. داستان مزبور که برپایه دانش سده هفدهم نوشته شده، صرف‌نظر از جنبه‌های تخیلی و تفریحی آن، میزان پندار مردمان عصر مزبور را بر مسکون بودن ماه بیان می‌دارد. ستاره‌شناس نامی، ویلیام هرشل نیز نه تنها بر موجودیت حیات و مسکون بودن ماه اعتقاد داشت، بلکه خورشید را نیز قابل زیست می‌دانست و از وجود بخش کاملاً مناسبی برای زندگی، در زیر لایه درختان آن خبر می‌داد.

دهه ۱۸۳۰ را بایستی یکی از ادوار بسیار جالب در تاریخ شناخت ماه و حیات فرازمینی بشمار آورد. ریچارد آلتون لاک

کلیه موجودات زنده بر پایه عنصر کربن آفریده شده‌اند، زیرا اتم‌های کربن از قابلیت جفت شدن و اتصال به دیگر اتم‌ها برخوردارند و بدینسان مولکول‌های پیچیده و عظیمی را که مبنای موجودات زنده می‌باشند، پدید می‌آورند. سیلیکون تنها عنصر دیگری است که اتم‌های آن به کربن شباهت داشته و بسیاری از اشکال حیات نیز بر پایه این عنصر استوار است.

تاکنون اشکال دیگری از حیات را در جهان‌های دیگر نیافته‌ایم. روش‌های نوین نشان داده است که اجرام شناخته شده دوردست، یعنی کهکشان‌ها و اخترنماها *Quasars* از عناصری مشابه عناصر متشکله زمین تشکیل یافته‌اند، اما از یافتن اشکال گوناگون حیات در جهان‌های مزبور تاکنون چیزی دستگیرمان نشده. دانش امروز با تمام پیشرفت‌ها و نیروی شگفت خویش، هنوز در برابر پرسش‌هایی از این‌گونه، ناتوان و عاجز است. شاید آیندگان توان پاسخگویی به این قبیل مسائل را دارا شوند و سعادت شناخت زوایای تاریک آفرینش نصیبشان گردد.

حیات در منظومه خورشیدی *Life in the Solar System*

تا پیش از عصر فضا بیشتر ستاره‌شناسان بر این گمان بودند که بخشی از مریخ را گونه‌ای گیاهان کوتاه پوشانیده است. بنظر می‌رسید که گیاهان مریخی بستر اقیانوس‌ها و دریا‌های خشک شده را پر کرده و آن را تیره و سیاه‌رنگ جلوه‌گر ساخته‌اند. ارنست اوپیک *Ernest Opik* ستاره‌شناس استونی تبار مقیم ایرلند، مسئله لکه‌های سیاه بهرام را هوشمندانه‌تر تعبیر کرده و بر این باور بود که جو مریخ از گرد و غبار اشباع گردیده و سراسر سطح آن را موادی همانند خاک سرخ پوشانیده است. امروزه دریافته‌ایم که لکه‌های سیاه مریخ بستر دریاها و اقیانوس‌ها نیستند و نشانه‌ای از گیاه نیز در آن وجود ندارد، به همین جهت نظریه اوپیک را متناسب با زمان بایستی نظریه‌ای قانع‌کننده و تا حدی منطقی بشمار آورد.

به گمان بسیاری از ستاره‌شناسان پیشین، ناهید محیط مساعدی برای حیات محسوب می‌گردید. سوانت آرنیوس *Svante Arrhenius* سوئدی معتقد بود که ناهید احتمالاً در روزگار کربونیفر (۲۲۵ میلیون سال پیش) بسر برده و به یک مرداب گرم شباهت داشته است و گیاهان انبوهی از گونه دم اسپیان و حشراتی چون سنجاقک در آن می‌زیسته‌اند.

طی دهه ۱۹۵۰ اف. ال. ویپل *F.L. Whipple* و دی. اچ. منز *D.H. Menzle* ستاره‌شناسان آمریکائی، بخشی از ناهید را پوشیده از آب پنداشته و آن را با وضعیت زمین در چند میلیون سال پیش همانند می‌دانستند و حتی پا را از این هم فراتر نهاده و معتقد بودند که امکان نشو و نماي حیات در اقیانوس‌های ناهید وجود دارد. اما مارینر ۲ که در سال ۱۹۶۵ به ناهید سفر کرد، بر تمام این پندارها خط بطلان کشید و نشان داد که زهره دوزخی است بس سوزان که با حیات سرتیز و سازگاری دارد.

حقیقت آن است که ما باید جهان‌های فاقد جو را کلاً از جنبه حیات رها سازیم و حتی سیاراتی را که دارای جوی رقیق هستند نیز به کنارگذاریم. بدیهی است تمام سیارگان هم مشمول این شرایط خواهند گردید و کلیه اقمار سیارات نیز بجز تیتان (بزرگترین قمر کیوان) از این آزمایش روسفید بیرون نخواهند آمد. تیتان از این جهت درخور توجه است که تمام اجزاء

همچنین خاطرنشان ساخت که ساکنان مریخ موجودات بسیار باهوش و پیشرفته‌ای هستند و از بابت فرهنگ و تمدن بر ساکنان زمینی برتری دارند. اما سفر مارینر ۴ در سال ۱۹۶۵ به مریخ به تمام این شایعات پایان داد و آنها را یک‌باره و برای همیشه به یک سو نهاد.

حیات در زمین *Life on Earth*

تا به امروز جز در زمین، هیچ نشانه‌ای از حیات در کیهان دیده نشده و منشاء آن هم در زمین هنوز به درستی روشن نیست. پاره‌ای برای باورند که حیات از همان روزهای آغازین در زمین شکل گرفته و طی فرگشت‌هایی پیچیده، از مواد غیر اندامگانی رو به اندامگانی نهاده است. این نظریه در ۸۰ سال پیش به‌وسیله سوانت آرنیوس *Svante Arrhenius* شیمیدان سوئدی و برنده جایزه نوبل تحت عنوان فرضیه پان اسپرمیا *Pan Spermia* ارائه گردیده است. این فرضیه که شهاب‌سنگ‌ها را ناقل حیات از کیهان به زمین می‌داند، طرفدارانی پیدا نکرده و چندان جدی تلقی نگردید. اما اخیراً به‌وسیله فرد هوپل *Fred Hoyle* و پروفیسور چاندرا ویکراماسینگ *Chandra Wickramasinghe* با قدری دستکاری و تعدیل دوباره جان گرفته و کمابیش طرفدارانی نیز یافته است. اینان معتقدند که حیات زمینی ره‌آورد دنباله‌داری است که در روزگاران بسیار دور با زمین دیدار کرده است. برابر این فرضیه، موهبت حیات از مواد غیر اندامگانی طی یک سری رویدادهایی که هرکدام به‌تنهایی و خودبخود غیرممکن می‌نماید، پدید آمده است. اینان نجوم نوین را که مولکول‌های پیچیده و کمپلکس اندامگانی را در فضای میان ستارگان نشان می‌دهد، گواه می‌آورند. دکتر فرانسیس کریک *Francis Crick* که او نیز از برندگان جوایز نوبل است، به اتفاق یکی از دستیارانش که کاشف *DNA* است، حتی پا را از این هم فراتر نهاده و اعتقاد دارد که نهال حیات به‌وسیله موجودات ذی‌شعوری از جهان‌های دوردست به زمین آورده شده و در محیط مساعد کره خاکی به بالش و روبش پرداخته است.

خلاصه اینکه شناخت منشاء حیات زمینی، مسئله‌ای است بس دشوار، عدم دسترسی به ژرفنای کیهان گوشه‌های تاریک و ناشناخته‌ای را همچنان بکر و دست‌نخورده باقی گذارده، بطوری‌که هنوز نمی‌توان گفت که آیا اندام‌های زیستی در سراسر کهکشان و یا عالم افلاک وجود دارد یا نه؟ آیا شرایطی مناسب برای بالش و روبش حیات در جاهای دیگری از عالم افلاک نیز موجود است؟ آیا عالم هستی را به‌معنی واقعی کلمه می‌توان تعبیر کرد و از واژه هستی به مفهوم جان یا حیات جانوری می‌توان بهره گرفت؟ و یا اینکه هستی فرا زمینی را فقط باید در قالب زاد و مرگ خورشیدها و اجرام کیهانی تفسیر نمود؟

همه اینها مسائل و مجهولاتی است که از آنها چیزی به‌درستی نمی‌دانیم و هنوز چیزی از راز هستی دریافته‌ایم.

گونه‌های شگفت حیات *Alien Life Form*

کلاً تلاش‌هایی که تا به امروز در زمینه شناخت حیات بکار رفته، به نتایج زیر انجامیده است:

استعداد پرورش حیات را دارا هستند؟ دیدیم که در هیچیک از اعضای منظومه خورشیدی غیر از زمین نشانه‌ای از حیات یافت نمی‌گردد. مسلماً این مسئله را در دیگر منظومه‌های احتمالی نمی‌توان تعمیم داد. پاره‌ای کارشناسان بر این باورند که در سراسر کیهان حیات زمینی منحصر به فرد است، ولی در مقابل عده‌ای دیگر بر این گمانند که حیات تنها نتیجه سلسله رویدادهای غیر احتمالی است که آن را بصورت نادری جلوه‌گر می‌سازد. از سوی دیگر کسانی چون فرد هویل معتقدند که حیات زمینی دارای منشاء کیهانی است و به وسیله جرم‌هایی چون دنباله‌داران به زمین آورده شده و شرایط مساعد کره زمین به رشد و تکامل آن کمک کرده است.

تماس مستقیم با جهان‌های دیگر را می‌توان یکی از راههای محتمل برای پاسخگویی به این مسائل بشمار آورد. در حال حاضر تنها وسیله ممکن بهره‌برداری از سیستم‌های رادیویی است. در اوایل سال ۱۹۶۰ پروژه‌ای بنام اوزما *Ozma* عملاً پیاده شد و از ایستگاهی واقع در گرین بنک ایالت ویرجینیای غربی موج‌های رادیویی مخصوصی که از دو ستاره *Tau Ceti* و اپسیلون صورت فلکی نه‌ر *Epsilon Eridani* گسیل می‌گردید، تحت نظر قرار گرفت، ولی متأسفانه نتیجه منفی بود. مع الوصف ستاره‌شناسان از پای نشستند و موضوع تماس‌های رادیویی را با تلاشی بیشتر پی‌گیری کردند. فضا ناو پایونیر که در سال ۱۹۷۲ بعنوان نخستین دست ساخت بشر مرز منظومه خورشیدی را پشت سر گذاشت، لوحی را حاوی اطلاعات و نقش‌هایی در باره مسیر فضا ناو و حیات زمینی دارا است تا موجودات هوشمند احتمالی جهان‌های دیگر را از وجود انسان زمینی آگاه سازد، بررسی دقیق حرکات ستارگان، عیالمندی پاره‌ای از آنها را نشان می‌دهد. ستارگان عیالمند قاعدتاً دارای حرکتی مستانه یا تلوتلو خوردنه هستند، این حالت نخستین بار در اواسط سده نوزدهم در مورد ستاره شباهنگ یا شرای یمانی *Sirius* که درخشان‌ترین ستاره آسمان است مشاهده گردید. ستارگان دیگری نیز وجود دارند که چگالی آنها کمابیش با ستاره شباهنگ همانند است. این ستارگان نیز که به خورشید نزدیک‌تر از دیگرانند، احتمالاً دارای خانواده هستند و حرکات آنها از گردش احتمالی پاره‌ای اجرام به دور آنها حکایت می‌کند. ستاره *Barnard* که ۵/۹ سال نوری از زمین فاصله دارد، از جمله ستارگان عیالمند محسوب می‌گردد، زیرا حرکات آن با اغتشاش‌ها و آشوب‌های کاملاً مشخصی همراه است. از دیگر منظومه‌های احتمالی می‌توان از ستاره *Lalande 21185* که در فاصله ۸/۲ سال نوری از زمین قرار دارد و *Epsilon Eridani* با فاصله ۱۰/۸ سال نوری، ستاره *Cygni 61* با ۱۱ سال نوری و *DB+42° 4305* با ۱۶/۹ سال نوری از زمین نام برد. تشخیص مستقیم اجرام یا سیارات مدارگرد، نیازمند وسایل بسیار دقیقی است تا بتواند نورهای خیره‌کننده ستاره مادر را محو سازد و فرزندان احتمالی او را مشخص نماید.

و عناصر لازم برای حیات را داراست، ولی دما در آنجا برای حیات بسیار پائین است. درواقع تیتان را می‌توان زمین بسیار منجمد و سرد بشمار آورد، اما اگر دمای تیتان از میزان امروزی بالاتر می‌بود، شاید جو آن به فضای اطراف پراکنده می‌شد و دیگر چیزی برای آن باقی نمی‌ماند.

غول پیکران گاز آلود بادرون آبیگه‌احتمالی خویش نیز طبیعتاً پذیرای حیات نیستند و شانس مساعدی ندارند.

کارل ساگان *Carl Sagan* خاطرنشان می‌سازد که دمای ابرهای فوقانی غول پیکرانی چون مشتری بسیار پائین و سرد است و برعکس دمای توده مرکزی آنها احتمالاً به حدود ۱۰،۰۰۰ درجه سانتیگراد بالغ می‌گردد. قاعدتاً در این گونه سیارات بایستی لایه‌ای موجود باشد که دمای آن با دمای زمین برابری کند. در این صورت آیا برای بالش و رویش حیات فقط مساعدت دما کافی است؟ طبیعتاً جواب منفی است.

بنابراین

In Conclusion

در منظومه خورشیدی حیات را بایستی منحصر به زمین دانست، و احتمال اینکه حیات ولو در سطحی بسیار آغازین در گوشه دیگری از جهان خورشیدی یافت گردد، بسیار ضعیف و دور از عقل بشمار آورد. اما این که آیا در آنجاها حیات قبلاً وجود داشته و امروزه از میان رفته یا نه؟ کلاً مسئله دیگری است. شاید پیش از این که تابناکی خورشید به میزان امروزی برسد و محیط ناهید را گرم و گداخته سازد، حیات در سیاره مزبور شروع به رویش کرده و سپس متوقف و نابود گردیده باشد. احتمالاً در مریخ نیز حیات در روزگاری وجود می‌داشته، اما از آنجائی که سیاره مزبور قادر به حفظ جو مناسبی نبوده است، لذا می‌توان پذیرفت که فرگشت حیات بسیار کند و آرام بوده و از مراحل پست و آغازین فراتر نرفته است. شاید بتوان به کمک دانش و تکنیک‌های نوین و پیشرفته‌تری، سیاره‌ای را برای زیست مساعد ساخت، در این صورت چنین عملی را اصطلاحاً "زمین‌سازی *Terraforming*" می‌نامند. البته چنین تصویری امروزه هنوز عملی نیست ولی در آینده مطمئناً غیرممکن نخواهد بود. ناهید در میان خانواده خورشید مناسب‌ترین نامزد برای این برنامه است. البته جو گداخته ناهید، کمبود آب و ابرهای اسیدی مرگبار آن را نباید فراموش کرد. در زهره مقدار زیادی اکسیژن یافت می‌شود که با مولکول‌های گوناگون درهم آمیخته‌اند. کارل ساگان معتقد است که با افشاندن دارو بر جو ناهید، اکسیژن آزاد می‌شود و در پی آن اثرات گرمخانه‌ای کاهش می‌یابد و با افت دما، محیط برای پرورش حیات مساعد می‌گردد، ولی جو رقیق بهرام، شانس سیاره مزبور را از بابت پرورش حیات تقریباً از میان برده و هرگونه تلاشی را بی نتیجه ساخته است.

از خورشیدهای دیگر چه می‌دانیم؟ *Planets of other Suns*

جستجو و تحقیق درباره امکان وجود سیاراتی به دور ستارگان و یا خورشیدهای دیگر از جمله اقدامات مورد نظر ستاره‌شناسان بوده و همواره این پرسش مطرح گردیده که آیا جهان‌های دیگری مانند منظومه خورشیدی در کیهان موجود است؟ آیا منظومه‌های مزبور بشرط آن که وجود داشته باشند،

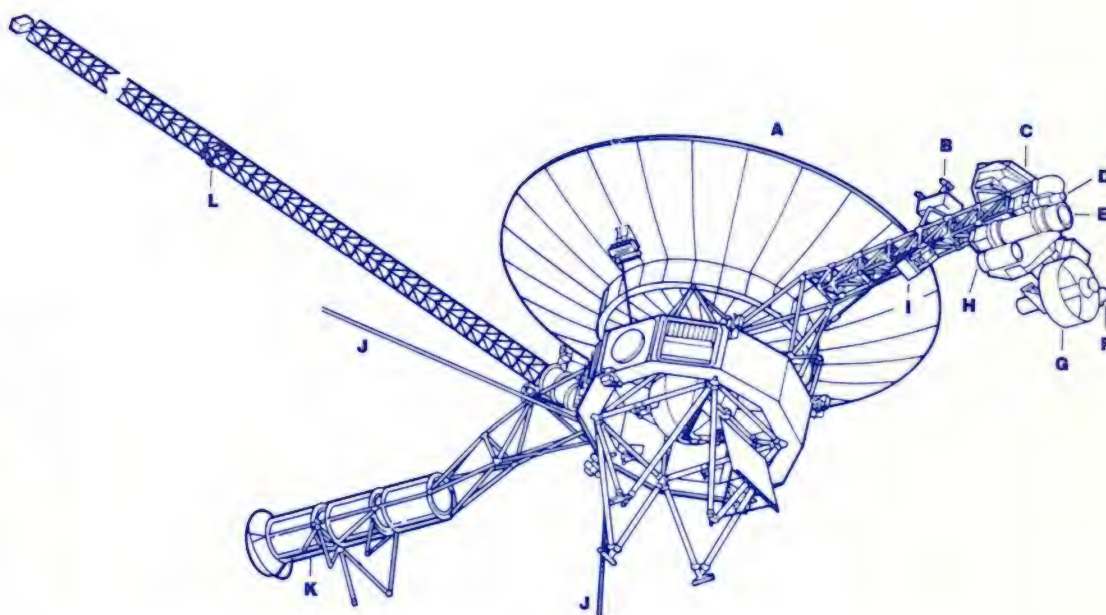
In Future

و در آینده

محققان زمین برای ابد پایدار نخواهد ماند. تقریباً ۵،۰۰۰ میلیون سال دیگر خورشید طی فرگشت خویش پا به مرحله کهنوت خواهد گذارد و به غولی سرخ دگرگون خواهد شد. در چنین حالتی اقیانوس‌های زمین به

جوش خواهند آمد و جو آن پراکنده خواهد شد، به فرض این که حیات
ذی شعور زمینی خود را تا آن زمان حفظ کند، آیا انسان آن زمان به یافتن
جهان مناسب دیگری در منظومه خورشیدی قادر خواهد بود؟ اینها چیزهایی
است که علم و اندیشه کنونی قادر به پاسخ آن نیست.

آشنائی با ویجر



- A - آنتن فراگیر High Gain Antenna - برای ارتباط با زمین و برعکس و بررسی چگونگی ساختار جو و حلقه سیارات. قطر آنتن مزبور ۳/۶۵ متر است.
- B - آشکارساز پرتوهای گیمانی Cosmic Ray Dectector - برای بررسی پرتوهای گیمانی و هسته های اتمی و همچنین الکترون های پرتوان.
- C - آشکارساز پلازما Plasma Detector - برای بررسی چگونگی پلازما (گازهای یونیده داغ متناثر از میدان مغناطیسی) و همچنین بررسی چگونگی باد خورشیدی.
- D - دستگاه عکسبرداری (دوربین زاویه باز) Imaging System, Wide Angle Camera - برای عکاسی از جرم های فضائی بطریقه زاویه باز.
- E - دستگاه عکسبرداری (دوربین زاویه بسته) Imaging System, Narrow Angle Camera - برای عکاسی از جرم های فضائی نزدیک.
- F - طیف سنج فرابنفش Ultraviolet Spectrometer - برای بررسی ترکیب شیمیائی و دما و ساختار جو سیارات و قمرهای آنها و مطالعه نورهای فرابنفش ساطع شده از ستارگان.
- G - پرتوسنج و طیف سنج فروسرخ Infrared Spectrometer and Radiometer - برای اندازه گیری دمای سیارات و قمرهای آنها و همچنین ترکیبات مولکولی جو سیارات و اندازه گیری تشعشعات خورشیدی باز تابیده از اجرام.
- H - فتوپولاریمتر Photopolarimeter - برای ثبت نورهای پخش شده بوسیله سطح و یا جو سیارات و همچنین اندازه گیری شدت نور ستارگانی که از حلقه های سیارات می گذرند و بررسی ساختار و اندازه مواد متشکله حلقه های مزبور.

- I- آشکار ساز ذرات کم باردار *Low-Energy Charged Particles Detector* بررسی و اندازه گیری ترکیب و ذرات کم بارداری که در مغناطکره سیارت بدام افتاده اند و همچنین مطالعه چگونگی پراکنش و تغییر پرتوهای کیهانی ساطع شده از کهکشان ها.
- J- آنتنهای موج پلازما و رادیوآسترونومی سیارات *Planetary Radio Astronomy and Plasma Wave Antennas* برای آشکارسازی امواج رادیویی ساطع شده از ذرات باردار موجود در مغناطکره سیارات و همچنین ضبط رعدوبرق جو سیارات و اندازه گیری امواج پلاسمای موجود در مغناطکره ها و آشکارسازی گنش های درونی مغناطکره ها و باد خورشیدی که صدای برخورد ذرات آن به بدنه کیهان پیمای شنیده می شود. طول این آنتن ۱۰ متر است.
- K- ژنراتورهای ترموالکتریکی رادیوایزوتوپ *Radio Isotope Thermoelectric Generators* برای تأمین نیروی الکتریسته مورد نیاز کیهان پیمای از راه تبدیل دمای حاصله از تلاشی رادیواکتیو پلوتونیم 238.
- L- مغناطسنج *Magnetometer* - برای بررسی ویژگی میدان های مغناطیسی و ساختار مغناطکره ها و گنش های درونی قمرها و مغناطکره ها (طول ۱۳ متر) .

کیهان پیمای ویجر به وسیله کارخانه
Jet Propulsion Laboratory
 و تحت سرپرستی سازمان فضائی امریکا
NASA طراحی و ساخته شده و نخستین
 مدل آن به نام ویجر ۱ در پنجم سپتامبر
 ۱۹۷۷ به وسیله موشک تیتان ۳ *Titan*
 از پایگاه کندی به سوی مشتری و زحل
 پرتاب گردید.



On September 5, 1977, a Titan 3 rocket carrying a Centaur upper stage launched Voyager 1 from Kennedy Space Center toward Jupiter and Saturn.
 Photograph: JPL/NASA

فهرست راهنما

الف

ت

انفجار بزرگ، ۱۴
انگه (جی. اف.)، ۱۴۶
اوبرون، ۱۷۷، ۱۷۸
اوپیک (ارنست)، ۱۹۹
اورت (جی. اچ.)، ۱۸۸
اوزما، ۲۰۰
اومبریل، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹
اهلد، ۵۷، ۵۸، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۹۴
ایشتر، ۶۴، ۶۷، ۷۲
ایکرس، ۱۲۰، ۱۲۱

ب

باد خورشیدی، ۴۴، ۴۵، ۵۷، ۵۸، ۶۵
، ۶۶، ۶۹، ۸۵، ۸۶، ۹۰، ۱۰۸، ۱۲۷
، ۱۴۸، ۱۸۷، ۱۹۱، ۱۹۲
بارتلز، ۴۴
بارنارد (ادوارد امسون)، ۱۳۲
بارنارد (ای. ای.)، ۱۵۶
بتارژیو، ۶۴، ۶۵، ۷۲
بدر، ۵۷، ۶۴، ۶۵، ۹۳، ۹۵، ۹۷، ۱۰۲
برگوفسکی، ۲۸
برنارد لیوت، ۲۸، ۱۹۲
بطلمیوس، ۲۶
بمباران بزرگ، ۱۷، ۱۹۵
بمباران شهابی، ۱۵، ۵۷، ۱۰۰، ۱۱۰
، ۱۳۵، ۱۶۳، ۱۷۳
بنزنبرگ، ۱۹۲
بود (یوهان الرت)، ۱۱۸
بوند (جی. پی.)، ۱۵۶

ایرخوشه، ۹
ایردانه‌های خورشیدی، ۳۱، ۳۳
ایرنواختران، ۱۴
ایرهای اورت، ۱۸۸
ایرهای خورشیدی، ۱۴، ۱۹۱
ایرهای گیوان، ۱۵۲
ایرهای مازلانی، ۹
ابط الجوزا، ۹
اثر داپلر، ۳۱، ۳۶، ۱۴۶
اثر گرمخانه، ۶۸، ۷۰، ۸۴، ۲۰۰
اثر ویلسن، ۳۵
اراتستن، ۱۰۵
ارتوزا، ۱۲۰
اروپا، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۸
، ۱۴۰، ۱۸۳
اروس، ۱۱۹
اسپوتنیک، ۱۹
استریا، ۱۱۹
استیکنی، ۱۱۵
اسکای لب، ۱۸۹
اسلیفر (وستو)، ۱۸۵
اشمیت (یولیوس)، ۹۱، ۹۲
اکسیلورر، ۸۵
الارا، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۷
الیوت (جیمز)، ۱۷۷
الیور لوج، ۴۴
امراة الملسله، ۹
انسلا دوس، ۱۴۶، ۱۵۲، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۵۹
، ۱۶۱، ۱۶۲

آترولیت، ۱۹۳، ۱۹۴
آپولو، ۹۰، ۹۱، ۹۸، ۱۰۱، ۱۰۴، ۱۱۹
، ۱۹۴
آتشفشان المپوس، ۱۱۲، ۱۱۴
آتشفشان پله، ۱۳۵
آتشفشان مائونالوآ، ۱۱۲
آتن، ۱۱۹
آدامس (جان گاوج)، ۱۸۰
آدراستهآ، ۱۳۰
آرنیوس (سوانت)، ۱۹۳، ۱۹۹
آریستارخوس، ۲۶، ۲۷
آریل، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹
آزادش، ۹۳، ۹۴
آساف هال، ۱۱۴، ۱۱۵
آسمان سنگ، ۱۹۳، ۱۹۴
آسمانگان، ۱۹۳
آفرودیت، ۶۴، ۷۲
آلبرت، ۱۱۹
آلتون لاگ (ریچارد)، ۱۹۸
آلیندا، ۱۱۹
آماتا، ۱۶۵
آمالتهآ، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴
، ۱۳۵
آمور، ۱۱۹
آناکساگوراس، ۲۶، ۹۷
آنتونیادی (ای. ام.)، ۵۸، ۵۹
آننگه، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۷
آهن سنگ، ۱۹۳، ۱۹۴
آیری، ۲۷

بونسن، ۲۸

بویر، ۶۷

بیر (ویللم)، ۹۱

بیوت (بی)، ۱۹۳

پ

پارکر، ۴۵

پاسیفه، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۷

پالاس، ۱۱۸

پانزه، ۸۱

پایونی، ۶۴، ۶۸، ۶۹، ۷۱، ۷۲، ۱۲۶

۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۲، ۱۳۴، ۱۴۷، ۱۴۸

۱۵۰، ۱۵۱، ۲۰۰

پروژه اوزما، ۲۰۰

پرهای قطبی، ۴۲، ۴۴

پرین (سی.دی)، ۱۳۷

پلوتارک، ۲۸، ۱۹۸

پیاتسی (جوزیه)، ۱۱۸

پیگرینگ، ۱۵۶، ۱۸۴

ت

تفوری نسبیت، ۴۶

تاج خورشیدی، ۳۸، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۵

۵۰، ۵۲، ۵۳

تالس، ۹۵

تامباو (کلاید ویلیام)، ۱۸۵

تتیس، ۱۴۶، ۱۵۳، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۶۳

۱۶۴، ۱۶۵، ۱۷۲، ۱۷۳

تریئون، ۱۸۰، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴

تکتونیگ، ۱۸، ۶۴، ۶۵، ۷۱، ۸۰، ۱۹۶

۱۹۷

تکتیت، ۱۹۴، ۱۹۵

تمیس، ۱۵۶

تونگوسکا، ۱۸۶، ۱۹۴

تیتان، ۱۴۴، ۱۴۸، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸

۱۶۱، ۱۶۵، ۱۶۷، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۹۹

۲۰۰

تیتانیا، ۱۷۷، ۱۷۸

تی توری، ۱۵

تیکویراهه، ۲۶، ۱۰۲

ث

ثابت خورشیدی، ۳، ۸۴

ج

جبار، ۹

جرج الری هیل، ۲۸

جونو، ۱۱۸

جی.اس.هی، ۲۸

جیوتو، ۱۹۱، ۱۹۲

جیوانی (ریکیولی)، ۹۱

چ

چاپمن (سی)، ۵۹

چاله‌های تاجی، ۴۲، ۴۴

چاندرا و یگرماسینگ، ۱۹۳، ۱۹۹

چنگ رومی، ۹

ح

حد روش، ۱۵۲

حیات، ۷۸، ۷۹، ۸۲، ۸۶، ۱۰۸، ۱۱۳

۱۲۸، ۱۶۷، ۱۹۳، ۱۹۵، ۱۹۸، ۱۹۹

۲۰۰، ۲۰۱

خ

خطوط فراونهوفر، ۲۸، ۴۲

خورشید مرکزی، ۲۶

خوشه گهگشانی، ۹

د

داروین (جی.اچ)، ۹۹

دانه‌بندی خورشیدی، ۳۰

داوس (ویلیام روتر)، ۱۲۵

دراپر (جی.دبلیو)، ۹۱

درخشه، ۲۸، ۳۱، ۳۸

دریاهای ماد، ۱۸، ۵۹، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۳

۱۹۶

دریای اورینتال، ۶۰

دریای ایمبریوم، ۱۰۰، ۱۰۱

دریای مسکووینس، ۱۰۱، ۱۰۴

دسیوینا، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۴

دشت اتوپیا، ۱۱۰، ۱۱۲

دشت گالوریس، ۵۹

دشت هلاس، ۱۱۲

دلثا، ۱۵۲، ۱۷۷

دلفوس (۶)، ۵۹، ۶۷، ۱۵۶

دنبالهدار استیرن، ۱۹۰

دنبالهدار انسور، ۱۸۷

دنبالهدار انکه، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۹۲

دنبالهدار بروک، ۱۸۹

دنبالهدار بنت، ۱۸۷

دنبالهدار بیلا، ۱۸۷، ۱۸۸

دنبالهدار چسگس، ۱۸۹

دنبالهدار دوناتی، ۱۸۹

دنبالهدار سویت - توتل، ۱۸۸، ۱۹۲

دنبالهدار شوستر، ۱۹۰

دنبالهدار کهونگ، ۱۸۹

دنبالهدار مرکس، ۱۸۹، ۱۹۰

دنبالهدار مورهاوس، ۱۸۸

دنبالهدار هالی، ۶۸، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۹۰

۱۹۱، ۱۹۲

دنینگ (دبلیو.اف)، ۵۸

دیاناچسما، ۷۲

دیگ (آر.اچ)، ۴۶

دیموس، ۱۱۴، ۱۱۵

دیون، ۱۴۶، ۱۵۳، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۶۳

۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۷۳

ر

راس (اف.ای)، ۶۷

راشلوم، ۱۱۹

ربروال (ژیل دو)، ۱۴۶

رجل الجبار، ۹

رصدخانه آتن، ۹۱

رصدخانه اریزونا، ۱۱۰

رصدخانه برلین، ۱۴۶

رصدخانه بولونا، ۶۶

رصدخانه پاریس، ۱۴۶

رصدخانه پالومار، ۱۳۰، ۱۳۷

رصدخانه پیک دومیدی، ۶۷، ۱۵۶

رصدخانه گریونیچ، ۴۷

رصدخانه لاول، ۱۱۲، ۱۴۶، ۱۸۵

رصدخانه لیک، ۱۳۷، ۱۹۱

رصدخانه لیلینتال، ۶۶

رصدخانه مائوناکه، ۱۸۵

رصدخانه مردون، ۵۹

عصر یخبندان، ۸۳، ۸۴

عقده ذنب، ۹۲

عقده راس، ۹۲

غ

غول اختران، ۴۸، ۴۹

غول‌های سرخ، ۱۴، ۴۸

ف

فابری (اوانور)، ۱۴۶

فاصله زاویه‌ای، ۵۶

فراونیهوفر، ۲۸

فوضیه پان اسپرمیا، ۱۹۹

فروزه‌های جوی، ۱۴۹

فروزه‌های قطبی، ۴۰، ۴۴

فروگسند، ۹۴

فشرده‌گی قطبین، ۵۸، ۶۶، ۷۸، ۷۹، ۹۰

۱۰۹، ۱۲۵، ۱۴۵، ۱۸۶

فوبوس، ۱۱۴، ۱۱۵

فوتون، ۲۴، ۳۱، ۱۴۹

فوکو، ۲۸

فونتانا (اف)، ۶۶

فیبرژیو، ۶۴، ۶۵

فی بی، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۷۰، ۱۷۳

فیزو، ۲۸

فیلیپس (تی. ای. آر)، ۱۲۶

ق

قانون بود، ۱۱۸

قمرهای گالیله، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳

۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۹۷

قمر همزمان، ۱۱۴، ۱۵۹، ۱۶۷، ۱۷۰

قوانین گیلر، ۱۳، ۱۴۶، ۱۵۱

قیفاووسی‌ها، ۴۶

ک

کارمه، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۷

کاسینی، ۲۷، ۶۶، ۱۰۹، ۱۲۵، ۱۴۶، ۱۵۰

۱۵۶، ۱۷۰

کالیستو، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۳، ۱۳۴

۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۴۱

سیاه چاله، ۱۸۶

سیدرولیت، ۱۹۳

سیدریت، ۱۹۳

سیرز، ۱۱۸

سینویه، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۷

سینوت (اس. پی.)، ۱۷۲، ۱۷۳

سینی نیتون، ۱۸۱، ۱۸۲

ش

شخانه، ۷۱، ۱۹۲

شروتز (یوهان هیرونی موس)، ۶۶، ۶۷، ۶۸

۹۱، ۹۲، ۱۱۸

شعرای یمانی، ۱۱۴، ۲۰۰

شکاف انکه، ۱۴۵، ۱۵۰، ۱۵۲

شکاف پایونیر، ۱۴۵

شکاف فرنچ، ۱۴۵

شکاف کاسینی، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۵۰، ۱۵۱

۱۵۲

شکسپیر (ویلیام)، ۱۸۶

شلیاق، ۹

شواب (هنریک ساموئل)، ۱۲۵

شهاب سنگ (۷۱، ۷۹، ۹۰، ۹۸، ۹۹، ۱۲۰)

۱۵۳، ۱۵۶، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۹

شهاب سنگ آکنده، ۱۹۴

شهاب سنگ گروت فونتین، ۱۹۵

شیپارلی (جی. وی)، ۵۸، ۵۹، ۱۰۹، ۱۹۸

شینر، ۳۴

ص

صورت فلکی پراساوش، ۱۹۲

صورت فلکی ثور، ۱۹۲

صورت فلکی دوپیکر (جوزا)، ۱۸۵

صورت فلکی عقرب، ۱۵۲

صورت فلکی نه‌ر، ۲۰۰

ط

طبقه‌بندی زوریخ، ۳۴

ع

عبور قمرهای مشتری، ۱۳۳

عبور ناهید، ۶۵، ۶۶

عصر فضا، ۱۹، ۴۵، ۶۷، ۱۰۰، ۱۰۸، ۱۹۹

رصدخانه مک‌دونالد، ۶۷، ۱۳۳

رصدخانه مونت ویلسون، ۶۷، ۱۳۷، ۱۸۴

رصدخانه نیروی دریایی آمریکا، ۱۸۵

رصدخانه هاروارد، ۱۵۶

رصدخانه هامبورگ، ۱۸۹

رصدخانه یرکس، ۱۵۶

رگبار پراساوشی، ۱۹۳

رگبار جوزا یا دوپیکر، ۱۹۳

رگبار شهابی، ۱۸۸، ۱۹۲، ۱۹۳

رگولیت، ۹۹

رن (گریستوفر)، ۱۴۶

روبرت بونس، ۲۸

روتدراوس (ویلیام)، ۱۲۵

روشن (ادوارد)، ۱۵۲

ری (۱، ۱۴۸، ۱۵۸، ۱۶۵، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹)

۱۷۳

ریتزنا (هارولد)، ۱۸۰

ریچاردسون (ار. اس)، ۶۷

ریچارد کریگتون، ۲۸، ۳۶، ۴۰

ریشتر، ۹۸

ریکیولی (جیووانی)، ۹۱، ۹۲

ری لی، ۱۴۹

ز

زمین مرکزی، ۲۶، ۶۶

ژ

ژرین، ۶۷

س

ساروس، ۹۵

سافو، ۷۲

ساگان (کارل)، ۲۰۰

سال نوری، ۹

ستاره بارنارد، ۲۰۰

سرعت گریز، ۱۱، ۵۷، ۶۶، ۷۹، ۹۰، ۱۰۸

۱۰۹، ۱۱۵، ۱۲۵، ۱۳۴، ۱۴۵، ۱۴۷

۱۶۷

سورویر، ۹۹

سیارگان، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۵۶

۱۵۸، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۹

سیاره همزمان، ۵۸، ۵۹، ۶۷

کانال‌های بهرام (مریخ) ۵۸، ۵۹، ۱۱۰، ۱۱۱

۱۹۸

کانیون مارینریس، ۱۱۲

کانیون نوکتیس لایبرینتوس، ۱۱۳

کپلر (یوهان) ۱۲، ۱۹، ۲۶، ۱۹۸

کراس (چارلز) ۱۹۸

کرک وود (دانیل) ۱۴۶

کرون، ۱۸۵، ۱۸۶

کریستوفر شینر، ۳۸، ۳۴

کریستی (جیمز) ۱۸۵، ۱۸۶

کریشوف، ۲۸

کریک (فرانسیس) ۱۹۹

کرینگتون، ۲۸، ۳۶، ۴۰

کلاب (وی) ۱۸۸

کلرک (جیمز) ۱۴۶

کلف‌های خورشیدی، ۲۷، ۲۸، ۳۱، ۳۳

۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۴۲، ۸۴

کلن، ۴۸

کماس سولا، ۱۶۷

کمبل (دبلیو. دبلیو) ۱۴۶

کمر بند تشعشی، ۵۷، ۶۵، ۶۶، ۱۲۷، ۱۲۸

۱۳۵

کمر بند سیارگان، ۱۱۵، ۱۹۴

کمر بند وان آلن، ۵۷، ۶۵، ۸۵، ۸۶، ۱۲۷

۱۲۸

کمیشل (اچ) ۵۹

کوئی پر (جرارد) ۵۹، ۶۰، ۶۷، ۱۶۷

کوال (چارلز) ۱۱۹، ۱۳۰، ۱۳۷، ۱۸۲

کوپرنیک، ۲۶، ۱۰۲، ۱۰۴

کوپن (ولادیمیر) ۸۵

کوتوله سیاه، ۴۹

کوتوله‌های سفید، ۴۸، ۴۹

کوزیرف (ان. آ.) ۶۷

کوههای اقیانوسی، ۱۹۶

کهکشان راه شیری، ۹، ۱۰

کهکشان‌های کوتوله، ۱۰

کهوتک (ال) ۱۸۹

کیرون، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۱، ۱۸۵

کیلر (جی. ای) ۱۴۶

کینان، ۴۸

کیهانزائی، ۱۴

کیهان‌نمای هیدن، ۱۹۳

گ

گاسندی (پی) ۱۴۶

گال، ۱۸۰

گالاتیا، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۴

گالیلئو، ۲۶، ۲۷، ۳۴، ۶۶، ۹۱، ۱۰۹

۱۳۰، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۶، ۱۴۶

گانیمد، ۱۱۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۳، ۱۳۴

۱۳۵، ۱۳۶، ۱۴۱، ۱۶۷

گروئی توئی سن (فرانزون پائولا) ۱۹۸

گروه آپولو، ۱۱۹، ۱۲۰

گروه آتن، ۱۱۹

گروه تروا، ۱۲۰

گریمالدی، ۹۱

گود آریزونا، ۱۹۴

گود اراتستن، ۱۰۵

گود بیللی، ۱۰۲

گود داپلر، ۱۰۵

گود کورولف، ۱۰۵

گود وان دوگراف، ۱۰۵

گود وقار، ۱۹۴

گود ولف کریک، ۱۹۴

گودهای شباهی، ۷۱، ۹۰، ۱۰۱، ۱۰۲

۱۰۸، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۵، ۱۳۲

۱۳۴، ۱۳۵، ۱۶۱، ۱۶۵، ۱۶۹، ۱۷۰

۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶

گوی آتشین، ۱۹۳

گیلبرت (ویلیام) ۹۱

ل

لئوناردو داوینچی، ۹۳

لاپلاس، ۱۴

لاس (ویلیام) ۱۴۶، ۱۵۶، ۱۸۳

لاک (ریچارد) ۱۹۸

لانگینوس، ۹۱

لد، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۷

لکه سرخ بزرگ، ۱۲۵، ۱۵۰

لکه قهوه‌ای، ۱۴۹، ۱۵۰

لندست، ۸۷

لوج، ۴۴

لور (ویلیام) ۹۱

لورمن (ویلهلم) ۹۱

لوسین ساموساتا، ۱۹۸

لومونسوف (ام. و.) ۶۶

لونا، ۹۲، ۹۹، ۱۰۱

لووریه (اوربن) ۱۸۰

لوول (پرسی وال) ۵۸، ۱۱۰، ۱۸۴، ۱۸۵

۱۹۸

لیائیس، ۱۰۹

لیسی‌تد، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۷

لیوت، ۲۸

م

مادلر (یوهان) ۹۱

مارالدی (جی) ۱۰۹

ماریوس (سیمون) ۱۳۳

ماژلان، ۶۸

ماکسول مونت، ۷۲

مایر (آلفرد) ۱۲۵

مایر (توبیاس) ۹۱

مثلت‌بندی، ۱۹۲

مختصات هلیوگرافی، ۳۵، ۳۶

مدار انتقال هوهمن، ۲۰

مشعل‌های انفجاری، ۲۴

مشعل‌های خورشیدی، ۳۳، ۴۰، ۴۱، ۴۴

ملوت (پی. جی) ۱۳۷

منزل (دی. اچ) ۶۷، ۷۱، ۱۹۹

مورگان، ۴۸

میراندا، ۱۷۸، ۱۷۹

می‌ماس، ۱۴۶، ۱۵۲، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۵۹

۱۶۰، ۱۶۱، ۱۷۲

ن

نپر (دبلیو) ۱۸۸

نرئید، ۱۸۳

نسر واقع، ۹

نظریه پیش سیاره‌ای، ۱۴

نظریه خرده سیاره‌ای، ۱۴

نظریه خورشید مرکزی، ۲۶

نظریه زمین مرکزی، ۲۶

نمودار هرتسپرونگ راسل، ۴۸، ۴۹

نیسا، ۱۳۰

نیسون (ادموند)، ۹۱
 نیکولسون (اس. بی.)، ۱۳۷
 نیوتن (اسحق)، ۲۸، ۹۱، ۹۴، ۱۹۰

و

واحد نجومی، ۹، ۷۸، ۱۱۸، ۱۸۸
 واسنیوس، ۲۸
 والد میر، ۳۴
 والس مارینرس، ۱۹۶
 وان آلن، ۵۷، ۸۶
 وایکینگ، ۱۱۵، ۱۱۳، ۱۱۲، ۱۱۰، ۱۰۸
 ویتا، ۱۱۸
 وگا، ۶۸، ۱۹۱، ۱۹۲
 ولف، ۳۷
 وئرا، ۶۴، ۶۸، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۵
 ویپل (اف. ال.)، ۶۷، ۷۱، ۱۹۹
 ویستون (ویلیام)، ۱۸۷
 ویکراماسینک (چاندر)، ۱۹۳، ۱۹۹
 ویلیام ولاستون، ۲۸
 ویلیام هرشل، ۶۶، ۶۷، ۱۰۹، ۱۵۶، ۱۶۱
 ۱۹۸، ۱۷۶

ه

هال (آساف)، ۱۱۴
 هالی (ادموند)، ۱۹۰
 هر تسپرونګ راسل، ۴۸، ۴۹
 هرشل (جان)، ۱۹۸
 هرشل (ویلیام)، ۶۶، ۶۷، ۱۰۹، ۱۵۶
 ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۷۶، ۱۹۸
 هریت (توماس)، ۹۱
 هگتور، ۱۲۰
 هلیوگرافی، ۳۵، ۳۶
 هنریک شواب، ۳۷، ۱۲۵
 هوارد (دبلیو. ای.)، ۵۶
 هوارد (دبلیو. بی.)، ۱۴۷
 هوګ (رابرت)، ۱۲۵
 هولیوس، ۹۱
 هوماسون (میلتون)، ۱۸۴
 هومر، ۶۴
 هوینگنس (کریستین)، ۱۰۹، ۱۴۶، ۱۵۶
 ۱۶۱
 هویل (فرد)، ۱۹۳، ۱۹۹، ۲۰۰

هی (جی. اس.)، ۲۸
 هیئت بطلمیوس، ۲۶، ۶۶
 هیپارخوس، ۲۷
 هیپریون، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۲
 هیدلگو، ۱۲۰، ۱۲۱
 هیل (جرج الری)، ۲۸
 هیمالیا، ۸۱، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۷

ی

یاقیتوس، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲
 یانوس، ۱۵۶
 یو، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۳، ۱۳۴
 ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۳۹
 یوهانس هولیوس، ۵۸
 یوهان کیپلر، ۱۲، ۱۹، ۲۶، ۱۹۸
 یوهان هیرونیموس شروتر، ۵۸، ۶۶

فہرست انتشارات گیتاشناسی

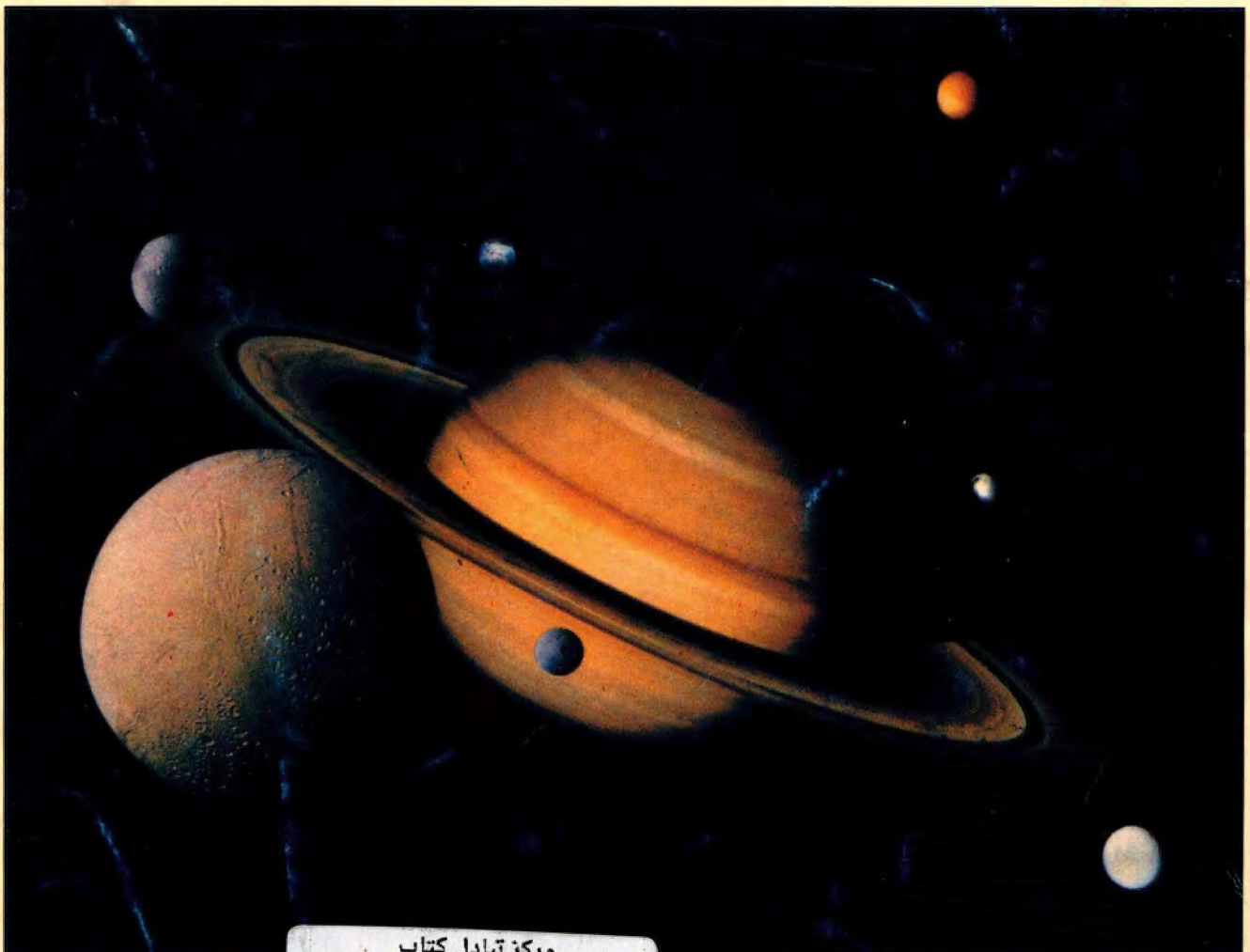
اندازه	عنوان	نقشه
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر مشهد جدید فارسی و انگلیسی	۱۹۱
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر برد فارسی و انگلیسی	۱۹۲
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر ساری فارسی و انگلیسی	۱۹۷
۶۰×۴۵	نقشه شهر اهواز فارسی و انگلیسی	۲۰۱
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر بندرعباس فارسی و انگلیسی	۲۰۲
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر سمنج فارسی و انگلیسی	۲۰۸
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر ایلام فارسی و انگلیسی	۲۰۹
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی و انگلیسی	۲۱۰
۱۰۰×۱۴۰	نقشه شهر اصفهان بزرگ فارسی و انگلیسی	۲۱۱
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اراک فارسی و انگلیسی	
نقشه های استانها		
۱۰۰×۷۰	نقشه البرز مرکزی فارسی	۱۳۰
۱۰۰×۷۰	نقشه خوزستان فارسی	۱۳۷
۶۰×۹۰	نقشه استان خراسان فارسی	۱۳۸
۶۰×۹۰	نقشه استان سیستان و بلوچستان فارسی	۱۳۹
۵۰×۷۰	نقشه استان اصفهان فارسی	۱۴۲
۱۰۰×۷۰	نقشه البرز غربی (استان گلستان) فارسی	۱۴۴
۶۰×۹۰	نقشه استان هرمزگان و شهر بندرعباس فارسی	۱۴۸
۱۰۰×۷۰	نقشه کوهپایه زاگرس (استان لرستان) فارسی	۱۴۹
۱۰۰×۷۰	نقشه البرز شرقی (مازندران ، سمنان) فارسی	۱۵۶
۱۰۰×۷۰	نقشه استان فارس و شهر شیراز فارسی	۱۵۸
۱۰۰×۷۰	نقشه استان ایلام فارسی	۱۵۹
۱۰۰×۷۰	نقشه استان همدان فارسی	۱۶۲
۱۰۰×۷۰	نقشه ترکمنستان و دشت کرگان فارسی	۱۶۷
۱۰۰×۷۰	نقشه تنبور خراز فارسی	۱۸۲
اندازه	عنوان	نقشه شهر همدان فارسی و انگلیسی
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر تبریز فارسی و انگلیسی	۱۸۷
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر کرمان فارسی و انگلیسی	۱۹۶
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر کرج فارسی و انگلیسی	۱۹۷
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر شیراز فارسی و انگلیسی	۱۹۸
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اصفهان فارسی و انگلیسی	۱۹۹
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر تهران فارسی و انگلیسی	۲۰۰
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر شیراز فارسی و انگلیسی	۲۰۱
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر سمنج فارسی و انگلیسی	۲۰۲
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی و انگلیسی	۲۰۸
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر بندرعباس فارسی و انگلیسی	۲۰۹
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر ایلام فارسی و انگلیسی	۲۱۰
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی و انگلیسی	۲۱۱
اندازه	عنوان	نقشه شهر اهواز فارسی
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۳۵
۱۰۰×۷۰	نقشه بندرعباس و استان هرمزگان فارسی	۱۳۸
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۴۱
۱۰۰×۷۰	نقشه بندرعباس و استان هرمزگان فارسی	۱۴۲
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۴۸
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۵۱
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۵۸
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۶۱
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۶۶
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۶۸
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۷۱
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۷۲
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۷۴
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۷۶
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۸۰
۱۰۰×۷۰	نقشه شهر اهواز فارسی	۱۸۷

۱۰۰×۷۰	نقشه استان مرکزی فارسی	۱۰۰×۷۰	نقشه استان مرکزی فارسی	۱۸۳
۱۰۰×۷۰	نقشه خلیج فارس فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۱۴۰	نقشه خلیج فارس فارسی و انگلیسی	۱۹۲
۱۰۰×۷۰	نقشه گور هند فارسی	۱۰۰×۷۰	نقشه استان کردستان فارسی	۱۹۳
۱۰۰×۷۰	نقشه ایالات متحده آمریکا فارسی	۱۰۰×۷۰	نقشه استان زنجان فارسی	۲۰۳
۱۰۰×۷۰	نقشه راههای کشور ایران فارسی	۱۰۰×۷۰	نقشه استان آذربایجان شرقی و غربی	۲۰۶
۱۰۰×۷۰	نقشه خاور نزدیک (ملطین و...) فارسی	۱۰۰×۷۰	نقشه استان اسلام	۲۰۷
۱۰۰×۷۰	نقشه کشور ترکیه فارسی	۱۰۰×۷۰	نقشه استان اهرام	۲۰۷
۱۰۰×۷۰	نقشه کشور پاکستان فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰	نقشه استان اهرام	۲۰۷
۱۰۰×۷۰	نقشه کشور عراق فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰	نقشه استان اهرام	۲۰۷
۱۰۰×۷۰	نقشه کشور افغانستان فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰	نقشه استان اهرام	۲۰۷
۳۵×۲۵	اطلس کامل گینا شناسی	۱۰۰×۷۰	نقشه راههای ایران فارسی	۱۰۳
۳۵×۲۵	اطلس ایران و جهان	۱۰۰×۷۰	نقشه راههای ایران انگلیسی	۱۰۴
۲۸×۲۲	اطلس راههای ایران	۵۵×۷۰	نقشه تقسیمات کشوری ایران فارسی	۱۰۵
۲۸×۱۱	اطلس جیبی ایران	۱۰۰×۷۰	نقشه طبیعی و رودخانههای ایران فارسی	۱۱۳
۲۸×۲۲	اطلس آموزشی جهان	۱۰۰×۷۰	نقشه تقسیمات کشوری ایران فارسی	۱۱۵
۲۸×۲۲	اطلس کامل شهر تهران	۳۰۰×۱۷۰	نقشه عمومی ایران بزرگ فارسی	۱۳۶
۳۵×۲۵	اطلس کتک گینا شناسی	۱۰۰×۱۲۰	نقشه جمهوری اسلامی ایران فارسی	۱۵۳
۲۳×۱۷	اطلس جیبی تهران	۱۰۰×۷۰	نقشه راههای ایران جدید فارسی	۱۶۵
۳۵×۲۵	اطلس معاصر گینا شناسی	۱۰۰×۱۴۰	نقشه جمهوری اسلامی ایران انگلیسی	۱۶۹
۲۸×۲۲	اطلس منظومه شمسی خورشید	۱۰۰×۷۰	نقشه راههای ایران جدید انگلیسی	۱۷۳
۱۱×۱۵	ایرواطلس ایران	۱۰۰×۷۰	نقشه سیاسی اروپا فارسی	۱۱۱
۳۳×۱۷	کتاب شناسه جغرافیای طبیعی ایران	۱۰۰×۷۰	نقشه سیاسی آسیا فارسی	۱۱۴
۳۳×۱۷	فرهنگ گینا شناسی	۱۰۰×۷۰	نقشه سیاسی آمریکا شمالی و مرکزی فارسی	۱۱۶
۳۳×۱۷	کتاب شناخت قدما و ستارگان	۱۰۰×۷۰	نقشه سیاسی آمریکا جنوبی فارسی	۱۱۸
۳۳×۱۷	کتاب زمین	۱۰۰×۷۰	نقشه سیاسی آفریقا فارسی	۱۱۹
۳۵×۲۵	کتاب گینا شناسی کشورها	۱۰۰×۷۰	نقشه طبیعی آسیا فارسی	۱۸۵
۳۳×۱۷	کتاب نجوم به زبان ساده (جلد اول)	۱۰۰×۷۰	نقشه استرالیا و اقیانوسیه فارسی	۱۸۸
۳۳×۱۷	کتاب نقشه خوانی گینا شناسی	۱۰۰×۷۰	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۰۷
۳۳×۱۷	کتاب نجوم به زبان ساده (جلد دوم)	۵۵×۷۰	نقشه کنوهای جهان فارسی	۱۰۸
۳۳×۱۷	کتاب فلسفه جغرافیا	۵۵×۷۰	نقشه فارمهای جهان (کوچک) فارسی	۱۰۹
۳۳×۱۷	فرهنگ بزرگ گینا شناسی	۱۰۰×۷۰	نقشه سیاسی جهان انگلیسی	۱۱۰
۳۳×۱۷	کتاب سرگذشت زمین	۱۰۰×۱۴۰	نقشه طبیعی جهان بزرگ فارسی	۱۳۳
۳۳×۱۷	کتاب ساتار ستارگان و کیهانشناسی	۱۰۰×۱۴۰	نقشه سیاسی جهان بزرگ فارسی	۱۴۵
۲۸×۲۲	کتاب جغرافیای جمعیت ایران	۱۰۰×۱۴۰	نقشه گسترش اسلام در جهان فارسی	۱۵۷
۳۳×۱۷	فرهنگ گویهای ایران	۱۰۰×۷۰	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۰۷
۳۳×۱۷	راههای حمل و نقل ایران (استان همدان) جلد ۲۲	۲۰۰	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۰۸
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۰۵	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۰۹
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۰
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۱
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۲
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۳
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۴
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۵
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۶
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۷
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۸
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۱۹
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۲۰
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۲۱
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۲۲
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۲۳
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۲۴
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۲۵
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۲۶
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۲۷
۳۳×۱۷	کتاب راههای ایران انگلیسی	۲۱۴	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۲۸

THE ATLAS OF THE SOLAR SYSTEM

Patrick Moore & Garry Hunt

Translated by: A. Jafari



Designed and Provided by:
"GITA SHENASI"